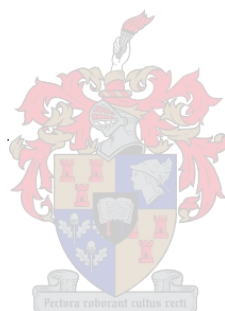


**DIE WAARNEMING VAN LUIDHEID AS BASIS VIR DIE METING VAN
GERAASSTEURING EN PRODUKTIWITEIT: 'N INTERNASIONALE ONDERSOEK**

deur

A J VAN WYK



**PROEFSKRIF INGELEWER VIR DIE GRAAD DOKTOR IN DIE
HANDELSWETENSKAPPE AAN DIE UNIVERSITEIT VAN STELLENBOSCH**

Maart 1976

Promotor: Prof. I.J. van Biljon, M.A., M.Ed., D.Phil.(Stell.), A.I.E.(Lond.)

Opgedra aan Ria en Rico

VOORWOORD

Graag wil ek dank en waardering uitspreek teenoor die volgende persone en instansies:

... Prof. I.J. van Biljon wat as promotor van hierdie proefskrif die finale stempel plaas op my akademiese opleiding.

... Prof. H.P. Muller wat ingewillig het om as medepromotor op te tree.

... Mnr. G.V. Meij, nie alleen eksterne eksaminator nie, maar internasionaal bekend vir sy bydrae tot die studieveld.

... Mnr. J.C.D. Augustyn, wat baie van sy tyd afgestaan het aan bespreking en finalisering van psigometriese ontleding van die data.

... Mnre. W.G. Green en C.J. Johnston wat my deurgaans behulpsaam was met die tegniese ontwerp en rekanarisering van die projek.

... Mnr. V. Robertson wat die enorme taak van toetsbandsamestelling gehad het.

... Navorsers in verskillende lande wat toetse streng volgens instruksies uitgevoer het en bewys het dat navorsing internasionaal koördineer kan word.

... Die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, wat nie alleen die studieprojek finansieel steun nie, maar my ook in staat gestel het om twee Internasionale kongresse by te woon ten einde die projek te inisieer.

... My ouers aan beide kante wat my deur bemoediging en gebed bygestaan het.

... Mev. E. Archer vir die netjiese tik van die proefskrif.

INHOUDSOPGAWE

	<u>BLADSY</u>
LYS VAN TABELLE	IX
LYS VAN FIGURE	XIII
HOOFSTUK I - ALGEMENE INLEIDING EN DOEL VAN DIE ONDERSOEK	1
A. INLEIDING	4
B. DIE EKONOMIESE IMPLIKASIES VAN GERAASBESOEDELING	4
(i) Produktiwiteit	5
(ii) Omgewingskoste	5
C. PROBLEEMSTELLING VAN DIE HUIDIGE ONDERSOEK	6
D. DOELSTELLINGS VAN DIE ONDERSOEK	7
(i) Algemene doelstellings	7
(ii) Spesifieke doelstellings	7
BRONNELYS	8
HOOFSTUK II - LUIDHEID	10
A. INLEIDING	10
B. PSIGOFISIESE MEETMETODES	14
(i) Die metode van omvangsbepaling	14
(a) Die rangorde metode	15
(b) Paarsgewyse vergelyking	15
(ii) Die metode van verstelling	16
(iii) Die metode van konstante prikkel	16
C. DIE IMPLEMENTERING VAN NAVORSINGSBEGINSELS	19
(i) Ouderdom van toetslinge	19
(ii) Toetsinstruksies	20
(iii) Toetsafnemers	21
D. KLANKPEILMETERS	21

E. DIE WAARNEMING VAN LUIDHEID VAN KOMPLEKSE KLANKE	23
(i) Die werk van Zwicker	24
(a) Toonaard	25
(b) Spesifieke luidheid	26
(ii) Die werk van Stevens	27
(iii) Kryter se werk	30
F. KORREKSIES VIR SUIWERTONE	33
G. INTERNASIONAAL GESTANDAARDISEERDE MEETEEENHEDE	33
BRONNELYS	35
HOOFSTUK III - EKSPERIMENTELE ONTWERPBEGINSELS IN LUIDHEIDSNAVORSING	41
A. INLEIDING	41
(i) Onafhanklike veranderlikes in luidheidsnavorsing	42
(ii) Afhanklike veranderlikes in luidheidsnavorsing	42
(a) Die invloed van toetsafnemers op toetsresultate	43
(i) Doelbewuste beïnvloeding	43
(ii) Nie-bewuste beïnvloeding	44
(a) Persoonlikheid van toetsafnemers	44
(b) Die ondervinding van toetsafnemers	45
(c) Die geslag van toetsafnemers	45
B. ALGEMENE ONTWERPBEGINSELS VAN LABORATORIUMSTUDIES	46
(i) Eksperimentele probleemstelling	46
(ii) Probleemaafbakening	47
(iii) Isolering van gekose faktor(e) onder waarneming	47
(iv) Fisiese laboratoriumuitleg	48

(v)	Seleksie en hantering van proefpersone	48
	(a) Gehoor	48
	(b) Geslag en ras	48
	(c) Vrywillige deelneming	49
	(d) Claustrofobiese neigings	49
	(e) Opgeleide en onopgeleide toetslinge	50
	(f) Spanning en drukuitoefening	52
	(g) Tydsduur van eksperimentele toetsessies	52
	(h) Tydstip waarop toetse afgeneem word	52
(vi)	Vraelyste in psigo-akoestiese navorsing	53
	(a) Terugvoering	53
	(b) Kontrole van afwykende resultate	54
(vii)	Kulturele agtergrond van toetslinge	56
(viii)	Woordbetekenisse	56
	BRONNELYS	58
HOOFSTUK IV -	EKSPERIMENTELE ONTWERP VAN DIE INTERNASIONALE ONDER- SOEK OOR DIE WAARNEMING VAN LUIDHEID	65
A.	DIE VOORLOPIGE ONDERSOEK	65
	(i) Doelstellings van die voorlopige ondersoek	65
	(ii) Metode van die voorlopige ondersoek	66
B.	DIE HUIDIGE ONDERSOEK	69
	(i) Vereistes ten opsigte van die toetslokaal	69
	(a) Ventilatiesisteen	70
	(b) Interne voorkoms	70
	(c) Luidspreker(s)	70
	(d) Waarneming en kommunikasie	70

C. TOETSKLANKE	71
(i) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme	71
(ii) Maskering en intermaskering	72
(iii) Variasie	74
D. INSTRUKSIES AAN TOETSAFNEMERS	74
(i) Bekendstelling van die toetsafnemerinvloed	75
(ii) Instelling teenoor sielkundige beïnvloedings- faktore	75
(a) Terugvoering	75
(b) Motivering van toetsafnemers	76
E. INSTRUKSIES AAN TOETSLINGE	76
(i) Woordbetekenisse	76
(ii) Stemintonasie	77
(iii) Die verstaan van toetsinstruksies deur toetslinge	77
F. DIE HOUDINGSVRAELYS AAN TOETSLINGE	78
(i) Doelstellings van die vraelys	78
(ii) Die keuse van skaalwaardes	80
G. VEREISTES TEN OPSIGTE VAN DIE SELEKSIE VAN TOETS- LINGE	81
BRONNELYS	83
HOOFSTUK V - METODE VAN ONDERSOEK	84
A. DIE TOETSPROSEDURE	86
(i) Kalibrering van toetstoerusting	86
(ii) Instruksies aan toetslinge	86
(iii) Die voorlopige luidheidsbalanstoets	87
(iv) Gelyke luidheidsbalans	88
B. DIE HOUDINGSVRAELYS AAN TOETSLINGE	91

HOOFSTUK VI - LABORATORIUMGEGEWENS	93
A. LABORATORIUM 1	93
(i) Proefpersone	93
(ii) Laboratoriumopset	95
(a) Die toetslokaal	95
(b) Meettoerusting	96
(c) Kalibrering	97
(d) Oudiometrie	99
(iii) Aantal toetse	99
(iv) Die aard van toetssessies	99
(v) Toetsvolgorde	100
B. LABORATORIUM 2	100
(i) Proefpersone	100
(ii) Laboratoriumopset	103
(a) Die toetslokaal	103
(b) Meettoerusting	103
(c) Kalibrering	104
(d) Oudiometrie	106
(iii) Aantal toetse	106
(iv) Die aard van toetssessies	109
(v) Toetsvolgorde	109
C. LABORATORIUM 3	109
(i) Proefpersone	109
(ii) Laboratoriumopset	111
(a) Die toetslokaal	111
(b) Meettoerusting	111
(c) Kalibrering	112
(d) Oudiometrie	115
(iii) Aantal toetse	115
(iv) Die aard van toetse	115
(v) Toetsvolgorde	115

BLADSY

D. LABORATORIUM 4	115
(i) Proefpersone	115
(ii) Laboratoriumopset	118
(a) Die toetslokaal	118
(b) Meettoerusting	118
(c) Kalibrering	119
(d) Oudiometrie	121
(iii) Aantal toetse	121
(iv) Die aard van toetssessies	121
(v) Toetsvolgorde	121
E. LABORATORIUM 5	121
(i) Proefpersone	121
(ii) Laboratoriumopset	123
(a) Die toetslokaal	123
(b) Meettoerusting	124
(c) Kalibrering	125
(d) Oudiometrie	127
(iii) Aantal toetse	127
(iv) Die aard van toetse	127
(v) Toetsvolgorde	127
F. LABORATORIUM 6	127
(i) Proefpersone	127
(ii) Laboratoriumopset	129
(a) Die toetslokaal	129
(b) Meettoerusting	129
(c) Kalibrering	130
(iii) Aantal toetse	131
(iv) Die aard van toetssessies	132
(v) Toetsvolgorde	132

G. LABORATORIUM 7	132
HOOFSTUK VII - VERGELYKING VAN HOUDINGSVRAELYSGEGEWENS	133
A. DIE HOUDING VAN TOETSLINGE TEENOR DIE NAVORSINGS- PROJEK	134
B. DIE KONTROLE OP TOETSAFNEMERS	136
(i) Geforseerde deelname	137
(ii) Spanning en vermoeidheid	138
(iii) Houding teenoor waarneming deur toets- afnemers	139
(iv) Aandag afgetrek deur buitefaktore	142
(v) Konstantheid in oordeel	143
(vi) Gevoel van bedruktheid	
BRONNELYS	145
HOOFSTUK VIII - ONTLEDING VAN GELYKE LUIDHEIDSGEGEWENS	146
A. DIE REKENAARPROGRAM	146
B. DIE SOMMERINGSPROBLEEM VAN DIE HUIDIGE ONDERSOEK	148
(i) Tegniese laboratoriumkorreksies	148
(ii) Beduidendheid van verskille tussen gelyke luidheidswaardes	153
C. EVALUERING VAN GELYKE LUIDHEIDSWAARDES	158
(i) Die monster van gelyke luidheidswaardes	158
(ii) Kriteria vir seleksie van luidheidsmeet- metodes	164
(iii) Ontleding van resultate	165
(a) Verspreiding van meetmetodes rondom die gemiddeldes	165
(b) Die verspreiding van meetmetodes rond- om die berekende luidheid van die verwysingsklanke	168

(c) Die korrelasie tussen meetmetodes en gemiddelde gelyke luidheids- waardes van toetslinge	172
D. BESPREKING	176
E. MEETMETODES EN DIE SPESIFIEKE EIENSKAPPE VAN DIE MENSLIKE GEHOORMEGANISME	179
HOOFSTUK IX - FINALE GEVOLGTREKKINGS, AANBEVELINGS EN SAMEVATTING	184
A. FINALE GEVOLGTREKKINGS	184
(i) Die seleksie van 'n metode wat die waar- neming van luidheid die beste weer- spieël	184
(ii) Die invloed van kulturele verskille tus- sen volke op luidheidsnavorsing	185
(iii) Die beskikbaarheid van empiriese gegewens	186
B. AANBEVELINGS VIR VERDERE NAVORSING	186
C. SAMEVATTING VAN DIE ONDERSOEK	187
<u>BYLAES:</u>	190
1. Basic Principles on Psychological Evaluation of Sound.	191
2. Report on the activities of study group A.	196
3. Outlines of the proposed International Investigation concerning the determination of magnitude of auditory sensation.	197
4. Invitation to: International Round Robin Test on measurements and caluculations of the magnitude of auditory sensation of sounds	207
5. Experimental procedures for: International Round Robin Test on measurements and calculations on the magnitude of auditory sensation of sounds.	220
6. Data Report: for International Round Robin Test on measurements and calculation on the magnitude of auditory sensation of sounds.	291

LYS VAN TABELLE

<u>TABEL</u>		<u>BLADSY</u>
1	Bepaling van gelyke luidheid volgens metode van konstante prikkel	17
2	Kalibrasieband	67
3	Verwysingsklanke en klankseine op eksperimentele toetsbande	68
4	Items vir die kontrole van waarnemersinvloede	78
5	Die houding van toetslinge teenoor navorsing	80
6	Deelnemende laboratoriums	84
7	Klankverdeling van voorlopige luidheidbalanstoets	87
8	Klankverdeling van die gelyke luidheidstoets	89
9	Voorbeeld vir die bepaling van gelyke luidheidsbalans	90
10	Klankverdeling van die variasieband	
	Laboratorium 1	
11	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	94
12	Tertsband ($1/3$ oktaaf klankdrukpeile	97
13	Suiwertoon klankdrukpeile	98
	Laboratorium 2	
14	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	102
15	Tertsband klankdrukpeile	105
15	Suiwertoon klankdrukpeile	106
	Laboratorium 3	
17	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	110
18	Tertsband klankdrukpeile	113
19	Suiwertoon klankdrukpeile	114
	Laboratorium 4	
20	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	117
21	Tertsband klankdrukpeile	119
	Laboratorium 5	

TABELLE (VERVOLG)

<u>TABEL</u>		<u>BLADSY</u>
22	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	122
23	Oktaafband klankdrukpeile	126
24	Suiwertoon klankdrukpeile	126
	Laboratorium 6	
25	Gemiddelde tellings op die houdingsvraelys aan toetslinge	128
26	Tertsband klankdrukpeile	130
27	Suiwertoon klankdrukpeile	131
28	Gemiddelde houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek	134
29	Variansieontleding van die gemiddelde houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek	134
30	Beduidendheid van verskille tussen laboratoriums ten opsigte van houding teenoor die navorsingsprojek	135
31	Geforseerde deelname	137
32	Variansieontleding van gegewens oor geforseerde deelname tussen verskillende groepe toetslinge	137
33	Beduidendheid van verskille tussen laboratoriums ten opsigte van geforseerde deelname	138
34	Spanning en vermoeidheid	139
35	Variansieontleding van gegewens ten opsigte van spanning en vermoeidheid ondervind gedurende toetssessies	139
36	Houding teenoor waarneming deur toetsafnemers	140
37	Variansieontleding van gegewens ten opsigte van die houding van toetslinge teenoor waarneming deur toetsafnemers	140
38	Beduidendheid van verskille tussen laboratoriums ten opsigte van die houding teenoor waarneming deur toetsafnemers	141
39	Aandag afgetrek deur buitefaktore	142
40	Variansieontleding van gegewens oor aandag afgetrek gedurende toetssessies	142
41	Konstantheid in oordeel van eerste vs. laaste toetssessie	143

TABELLE (VERVOLG)

<u>TABEL</u>		<u>BLADSY</u>
42	Beduidendheid van verskille tussen resultate met en sonder laboratoriumkorreksies op die 55 dB verwysingspeil	149
43	Beduidendheid van verskille tussen resultate met en sonder laboratoriumkorreksies op die 75 dB verwysingspeil	150
44	Beduidendheid van verskille tussen resultate met en sonder laboratoriumkorreksies op die 95 dB verwysingspeil	151
45	Gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetsklanke op die 55 dB verwysingspeil	153
46	Variansieontleding van gelyke luidheidswaardes op die 55 dB verwysingspeil	154
47	Beduidendheid van verskille tussen gelyke luidheidswaardes op die 55 dB verwysingspeil	154
48	Gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetsklanke op die 75 dB verwysingspeil	155
49	Variansieontleding van gelyke luidheidswaardes op die 75 dB verwysingspeil	155
50	Beduidendheid van verskille tussen gelyke luidheidswaardes op die 55 dB verwysingspeil	156
51	Gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetsklanke op die 95 dB verwysingspeil	156
52	Variansieontleding van gelyke luidheidswaardes op die 95 dB verwysingspeil	157
53	Gemiddelde tellings en standaardafwykings van gelyke luidheidswaardes	159
54	Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 55 dB verwysingspeil	160
55	Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 75 dB verwysingspeil	161
56	Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 95 dB verwysingspeil	163

TABELLE (VERVOLG)

<u>TABEL</u>	<u>BLADSY</u>
57 Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 55 dB verwysingspeil	166
58 Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 75 dB verwysingspeil	167
59 Gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings van meetmetodes op die 95 dB verwysingspeil	168
60 Variansie van meetmetodes rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank op die 55 dB verwysingspeil	169
61 Variansie van meetmetodes rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank op die 75 dB verwysingspeil	169
62 Variansie van meetmetodes rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank op die 95 dB verwysingspeil	171
63 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 55 dB verwysingspeil	173
64 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 75 dB verwysingspeil	174
65 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 95 dB verwysingspeil	175
66 Algemene tendense vir seleksie van meetmetodes volgens ontleding van resultate	177
67 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge vir frekwensieoorgawe van die gehoormeganisme	180
68 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge vir maskering van klanke	181
69 Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per meetmetode en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge vir intermaskering van klanke	182

LYS VAN FIGURE

<u>FIGUUR</u>	<u>BLADSY</u>
1 Gelyke luidheidskontoere	13
2 Vergelyking tussen verskillende gelyke luidheidskontoere	14
3 Internasionaal gestandaardiseerde gelyke luidheidskontoere	22
4 Internasionaal gestandaardiseerde beswaringsnetwerke vir klankpeilmeters	23
5 Skematiese voorstelling van die oor	25
6 Frontale klank	27
7 Diffuse veld	27
8 Luidheidsindeks saamgestel uit gelyke luidheidskontoere van sone-waardes	29
9 Gemiddelde beoordeling van alle geraasprikkels in alle toetsessies	31
10 Die dB(D)-beswaringsnetwerk	32
11 Verspreiding van beoordelings deur gedeeltelik opgeleide toetslinge	50
12 Verspreiding van beoordelings deur hoogs opgeleide toetslinge	51
13 Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	85
Laboratorium 1	
14 Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	94
15 Skematiese voorstelling van die toetslokaal	96
Laboratorium 2	
16 Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	101
17 Vertikale deursnit van die toetslokaal	103
Laboratorium 3	
18 Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	109
19 Deursnit van die toetslokaal	111

FIGURE (VERVOLG)

<u>FIGUUR</u>		<u>BLADSY</u>
	Laboratorium 5	
22	Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	122
23	Deursnit van die toetslokaal	124
	Laboratorium 6	
24	Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge	128

HOOFSTUK I

ALGEMENE INLEIDING EN DOEL VAN DIE ONDERSOEK

A INLEIDING

Gedurende 1946 is op 'n vergadering in Londen deur afgevaardigdes van 25 lande besluit om 'n internasionale organisasie te stig met die doel om industriële standaarde internasionaal te koördineer (I.S.O., 1973). Amptelik het die Internasionale Standaardisasie Organisasie op 23 Februarie 1947 begin funksioneer en sedertdien uitgebrei tot 'n ledetal van 58 lande. Standaarde neergelê deur hierdie liggaam word egter reeds deur 73 lande toegepas. Die doel van die Internasionale Standaardisasie Organisasie is gemik op wêreldwye ooreenstemming ten opsigte van internasionale standaarde met die oog op uitbreiding in handel, verbetering in kwaliteit van produksie, toename in produktiwiteit en 'n verlaging van pryse. Hierdie liggaam beskerm dus die belange van vervaardigers, gebruikers, verbruikers, regeringsinstansies en wetenskaplikes deur eenvormige voorbereiding van internasionale standaarde.

Die invloed van die Internasionale Standaardisasie Organisasie raak bykans elke tegnologiese gebied, met uitsondering van elektrotegniese vraagstukke wat deur 'n sustersliggaam, naamlik die Internasionale Elektrotegniese Kommissie (I.E.C.) hanteer word. Die aktiwiteite van die Internasionale Standaardisasie Organisasie vind plaas deur middel van 1500 tegniese organisasies en meer as 100 000 spesialiste van alle dele van die wêreld word betrek. Hierdie organisasie kon sodoende reeds meer as 2500 internasionale standaarde publiseer.

Die internasionale openbare mening word in toenemende mate in ag geneem by die neerlê van beperkings op omgewingsbesoedeling. Die proble-

me wat binne die raamwerk van I.S.O. hanteer word, is internasionaal van aard. Lug- en waterbesoedeling is nie beperk tot nasionale grense nie en geraas kan veroorsaak word deur dieselfde motorvoertuig, vliegtuig of enige ander geraasbron in enige deel van die wêreld. "There is, moreover, no reason why all national laws, regulations and standards in this field could not be based upon the same scientific and technological knowledge and experience. Fundamental requirements, such as terminology, methods of measure and testing should be internationally standardized, so that all national decisions repose on the same scientific platform." (I.S.O., 1974).

Bostaande aanhaling is van besondere belang vir die benadering van die huidige navorsingsprojek omdat hierdie fundamentele uitgangspunt tot 'n groot mate negeer word binne die raamwerk van internasionale standaardisasie. Dikwels word standaarde neergelê ter wille van standaarde sonder inagneming van universele navorsingsbeginsels wat interdisiplinêr van toepassing op studieprojekte behoort te wees.

Geraasbesoedeling as menslike steuringsfaktor is reeds so 'n ernstige probleem, dat die Internasionale Standaardisasie Organisasie elke twee jaar vergader om oplossings daarvoor te soek. Verskeie werkgroepe en studiegroepe is ook reeds gevorm om verskillende aspekte van geraasbesoedeling te ondersoek. Gedurende so 'n internasionale kongres, gehou vanaf 6 tot 10 September 1971 in Weenen, Oostenryk, het die Suid-Afrikaanse afvaardiging die standpunt ingeneem dat 'n formule gevind moet word waardeur geraas op internasionale basis, eenvormig gemeet kan word. Die rede hiervoor is dat verskillende lande op grond van interne navorsingsprojekte, standaarde neerlê vir die hoeveelheid geraas veroorsaak deur byvoorbeeld vliegtuie, voertuie, treine, masjinerie, ensovoorts.

Afhangende van watter meettegnieke gebruik word, kan daar dus verskillende standaarde bestaan tussen verskillende lande ten opsigte van soortgelyke raasbronne.

Die implikasies van verskillende standaarde op invoere en uitvoere van produkte is duidelik. Indien geraasmetings deur byvoorbeeld Amerika op 'n ander grondslag deurgevoer word as in Suid-Afrika, beteken dit dat sekere Amerikaanse produkte nie na Suid-Afrika ingevoer kan word nie omdat die hoeveelheid geraas daardeur veroorsaak, Suid-Afrikaanse standaarde oorskry. Suid-Afrika sou aan die ander kant byvoorbeeld nie sonder spesiale ontwerp geraasproduserende produkte na Frankryk kon uitvoer indien strenger standaarde ten opsigte van geraas daar geld as plaaslik nie.

Geraasmetings het voorts ook 'n polities-ekonomiese dimensie verkry wat navorsing in hierdie rigting uiters gevoelig raak. Soveel kapitaal is reeds bestee aan die ontwerp en gebruik van produkte wat geraas veroorsaak, dat sekere lande uiters versigtig is vir basiese navorsing wat moontlike ekonomiese verliese kan meebring.

Hierdie feitelike situasie veroorsaak aansienlike internasionale verwarring weens die aanvaarding van verskillende standaarde deur die Internasionale Standaardisasie Organisasie. Gedurende die kongres het die Suid-Afrikaanse afvaardiging by herhaling beklemtoon dat 'n oplossing van verskillende meetstandaarde nooit gevind sou kon word sonder 'n grootskaalse wetenskaplike projek nie. Daar is voorgestel dat 'n sogenaamde "Round Robin" eksperiment, internasionaal ontwerp en toegepas moet word waarin die bestaande meetmetodes met mekaar vergelyk sou word. (Sien Bylaag 1.)

Tydens hierdie kongres is reeds die steun van Oostenryk, Duitsland

en Nederland vir bogenoemde voorstel verkry. Die afgevaardigdes van Engeland en Frankryk het egter 'n verdere vergadering belê vir verdere bespreking in verband met die aangeleentheid.

Intussen is voortgegaan met die gedagte dat so 'n studieprojek wel aangepak sal word en moes die Suid-Afrikaanse afvaardiging hom voorberei op argumente wat verwag is van hierdie betrokke twee lande. By die verdere vergadering in hierdie verband is Frankryk en Engeland ook in 'n relatiewe kort periode oortuig tot steun vir sodanige projek.

Die vergadering het hom hierna besig gehou met die formulering van voorstelle vir hierdie doel wat op Vrydag 10 September 1971 aan die hoofkongres voorgehou sou word vir goedkeuring. (Sien Bylaag 2.) Die voorstelle is sondermeer goedgekeur en die Suid-Afrikaanse afvaardiging het opdrag ontvang om sodanige ondersoek te organiseer. Die beplanning van die huidige ondersoek is entoesiasties ontvang en 23 laboratoria van 12 verskillende lande het hulle bereid verklaar om deel te neem aan die voor-genome projek.

Uit die voorafgaande is dit duidelik dat 'n internasionale ondersoek nodig geword het, nie alleen om die gestelde doelstellings van die Internasionale Standaardisasie Organisasie te bereik nie, maar ook om die verwarring by praktiese toepassers van standarde te verlig. 'n Verdere faktor wat die belang van eenvormige standarde na vore bring, is die ekonomiese implikasies van geraasbesoedeling wat verder toegelig moet word.

B. DIE EKONOMIESE IMPLIKASIES VAN GERAASBESOEDELING

Veral twee faktore is van belang indien die ekonomiese implikasies van geraasbesoedeling oorweeg word:

(i) Produktiwiteit:

Verskeie navorsers het reeds aangetoon dat oormatige geraas 'n uitwerking het op die produktiwiteit van werknemers. Broadbent en Little (1960) bevind 'n afname in produktiwiteit by intensiteitspeile bo 90 dB(A), terwyl van Wyk (1970) 'n progressiewe daling in kwaliteit van prestasie onder geraastoestande identifiseer. Hierdie resultate bevestig die vermoede dat geraas 'n negatiewe invloed het op die produktiwiteit van werknemers. Afgesien hiervan vind Cameron, Robertson et. al. (1972) dat die gesondheid van werkers ook deur oormatige geraas beïnvloed word. As in ag geneem word dat die bestuur van organisasies aanspreeklik gehou word vir beserings en ander siektetoetstande van werknemers, kan verwag word dat kompensasie-eise in die toekoms sal toeneem weens 'n voortdurende toename in geraasblootstelling van werknemers.

(ii) Omgewingskoste:

In die algemene sosiale omgewing kleef reeds 'n stigma aan gebiede met 'n hoë geraasfaktor. Relatiewe stil omgewings word reeds as 'n luukse beskou waarvoor die mens bereid is om 'n bepaalde prys te betaal. Walters (1975) bevind 'n gemiddelde jaarlikse depresiasie van 22,5% op huise bokant die \$10 000 prysklas wat aan intensiewe geraas blootgestel word. Hoë inkomstegroepe neig om weg te beweeg van geraasbesoedelde woonbuurte, terwyl laer inkomstegroepe weens ekonomiese redes gedwing word om onder geraastoestande te bly. Genoemde skrywer toon voorts aan dat daar 'n bepaalde verband bestaan tussen die hoeveelheid geraasblootstelling en die persentuele effek op eiendomspryse. Gegewens soos hierdie het ook reeds aanleiding gegee tot kompensasie-eise. Gedurende 1970 is deur 'n hofbevel bedrae van 800 dollar tot 6000 dollar uitbetaal aan

600 huiseienaars wat kon aantoon dat vliegtuiggeraas depresiasie van eiendomme meebring.

As 'n moontlike oplossing vir die vliegtuiggeraasprobleem, spekuleer Walters (1975) dat vliegtuie relatief stiller gemaak kan word ten einde te voorkom dat huiseienaars in omgewings van lughawens onrealistiese skade ly. Spekulatief word die koste om die bestaande vliegtuie in die Verenigde State van Amerika aanvaarbaar stil te maak, deur Walters (1975) beraam op ongeveer 2 biljoen dollar. Hierdie bedrag sluit egter nie die koste-implikasies van moontlike verkorte roetes en instandhouding in nie. Indien verder aanvaar word dat ongeveer 1 miljoen huisgesinne of ongeveer 4 miljoen mense in Amerika deur vliegtuiggeraas gesteur word, sou hierdie huiseienaars in terme van persentuele depresiasie van eiendom ongeveer 1,4 biljoen dollar tot hierdie bedrag kon bydra. So 'n uiteensetting is egter 'n oorvereenvoudiging van die probleem omdat vliegtuiggeraas internasionale implikasies het en dus wêreldwye ekonomiese implikasies.

Teen die agtergrond van genoemde ekonomiese implikasies en 'n steeds groeiende toename in geraas in die moderne omgewing, is dit duidelik dat in die toekoms deeglike aandag gegee sal moet word aan beplanning van geraasbronne en/of die geografiese ligging waarin oormatige geraas voorkom. 'n Voorvereiste vir hierdie benadering is egter dat eenvormigheid bereik moet word ten opsigte van basiese beginsels van meting.

C. PROBLEEMSTELLING VAN DIE HUIDIGE ONDERSOEK

Die menslike waarneming van luidheid is reeds deur verskeie navorsers gebruik as basis vir die ontwikkeling van 18 verskillende internasionale standaarde (Meij, 1971). Of die verskille tussen hierdie metodes te wyte is aan foutiewe beplanning van eksperimentele navorsing, is egter

nog geen uitgemaakte saak nie. As gevolg van die lengte van tyd wat toetse in hierdie gebied in beslag neem, word afleidings van resultate van klein monsters van gegewens gemaak. Voorts is daar nog geen bewyse in die literatuur dat kulturele verskille geen invloed het op navorsings-gegewens nie.

Vir die oplossing van die huidige internasionale verwarring ten opsigte van 18 verskillende standaarde wat vir die meting van luidheid geld, is deur die Internasionale Standaardisasie Organisasie besluit om 'n studiegroep te stig sodat hierdie meetmetodes onder eenvormige toestande vergelyk kan word. In die skripsie sal na hierdie studiegroep verwys word as die organiseerders van die huidige projek.

D. DOELSTELLINGS VAN DIE ONDERSOEK

(i) Algemene doelstelling:

Om agtien internasionaal gestandaardiseerde meetteenhede vir die waarneming van luidheid onder eenvormige toestande met mekaar te vergelyk.

(ii) Spesifieke doelstellings:

(a) Om een enkele meetmetode te selekteer wat op wetenskaplike grondslag, die waarneming van luidheid die beste weerspieël.

(b) Om die invloed van kulturele verskille tussen volke op luidheidsnavorsing te bepaal.

(c) Om op wetenskaplike wyse 'n stel empiriese gegewens van luidheidsbepalings beskikbaar te stel wat in die toekoms deur ander navorsers gebruik sal kan word.

Uit bogenoemde algemene doelstelling kan afgelei word dat die begrip

luidheid, die kern van die huidige projek vorm. In die volgende hoofstuk volg 'n oorsig van die navorsing wat reeds die waarneming van luidheid ondersoek het.

BRONNELYS

1. BROADBENT, D.E.; LITTLE, E.A.J.: Effects of noise reduction in a work situation. Occupational Psychology, 1960, 34, 133-140.
 2. CAMERON, P.; ROBERTSON, D.; ZAKS, J.: Sound pollution, noise pollution, and health: community parameters. Journal of Applied Psychology, 1972, 56(1).
 3. I.S.O.: Information about; I.S.O. Central Secretariat, Geneve, 1973.
 4. I.S.O. and the environment; I.S.O. Central Secretariat, Geneve, 1974.
 5. MEIJ, G.V.: A critical, historic survey of methods of measurement and assessment of annoyance caused by noise. The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers, September, 1971.
 6. VAN WYK, A.J.: Die Steuringseffek van Geraas op die Aandag van die Mens. Thesis, Stellenbosch, 1970.
 7. WALTERS, A.A.: Noise and Prices. Clarendon Press, Oxford, 1975.
-

HOOFSTUK II

LUIDHEID

A. INLEIDING

Die menslike gehoormeganisme is onderworpe aan die beginsels van sintuiglike waarneming wat volgens Fryer et.al. (1960) definieer word as onmiddellike sensitiwiteit na stimulering. Gehoorsensasie ontstaan dus na sintuiglike stimulering en besit volgens genoemde skrywers die volgende eienskappe:

(a) Kwaliteit: Die waarneming van suiwerheid of gehalte van die klankprikkel in terme van frekwensiesamestelling.

(b) Intensiteit: Die bewussynsgewaarwording van luidheid van die waargenome prikkel.

(c) Ruimte: Die ruimtelike eienskap van die prikkel, d.w.s. die afstand en lokalisering van posisie waarvan die klankprikkel afkomstig is.

(d) Tydsduur: Die lengte van tyd waarin stimulering plaasvind.

Die waarneming van luidheid, as een besondere aspek van gehoor, word beïnvloed deur bogenoemde vier faktore met klem op die kwaliteit- en intensiteitsdimensies (Geldard, 1971). Genoemde skrywer laat egter een belangrike beginsel buite rekening wat navorsing in hierdie rigting kompliseer. Die waarneming van klank is deel van die menslike ervaringslewe en vorm emosionele assosiasies binne die mens se basiese verwysingsraamwerk. Om hierdie rede is dit belangrik om te onderskei tussen luidheid en geraas wat deur verskillende raamwerke van navorsingsbeplanning bestudeer moet word. Navorsing ten opsigte van luidheid bestudeer die objektiewe waarneming van klankverskille, terwyl geraasnavorsing konsentreer op die emosionele steuring van klankverskille.

'n Objektiewe luidheidskaal word egter gebruik as basis of "liniaal" om emosionele geraassteuring te meet. Gevolglik vorm die begrip luidheid in die psigo-akoestiek 'n fundamentele eienskap van alle meettegnieke. Die begrip luidheid is 'n psigologiese skaalterm wat relatief tot 'n bepaalde kriterium gesien moet word. Hierdie siening is 'n logiese afleiding van die algemene definisie vir luidheid wat in die literatuur voorkom. Reeds in 1933, definieer Fletcher en Munson luidheid as "the magnitude of a sound". As in ag geneem word dat luidheid slegs betekenis in die psigo-akoestiek het as menslike waarnemingsbegrip, kan die definisie uitgebrei word na: die menslike vermoë om te onderskei tussen klanke van verskillende intensiteite. Hierdie definisie word ondersteun deur Stevens (1938), Hirsh (1952) en die Internasionale Standardisasie Organisasie wat die definisie aanvaar vir die doeleindes van die huidige ondersoek.

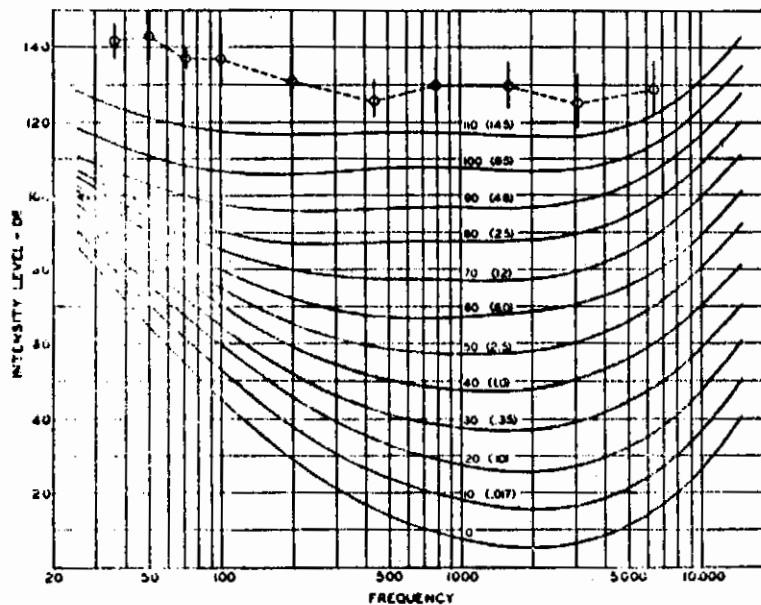
Hirsh (1952), Du Toit en van der Merwe (1966) en Morgan en King (1966) onderskei verder tussen luidheid en intensiteit as psigo-akoestiese terme. Luidheid word beskou as 'n eienskap van bewussynswaarneming, terwyl die term intensiteit gebruik word om die fisiese energievolume van klanke te beskryf. Hierdie uitgangspunt word vir die huidige ondersoek aanvaar om verwarring oor die term luidheid te voorkom.

Daar bestaan algemene ooreenstemming in die literatuur oor die betekenis van die luidheidsbegrip, en in navorsing word ook deurgaans 'n verband gesoek tussen intensiteit (fisiese energie) en luidheid (bewussynswaarneming). Verskeie navorsers het egter verskillende benaderings oor die kriterium van 'n luidheidskaal. Volgens Hirsh (1952) is Fechner se teorie baseer op Weber (1834) se wet van net waarneembare verskille. Hierdie teorie postuleer dat vir 'n prikkel wat net waarneembaar verskil

van 'n vorige prikkel, die nodige toename of afname in energie altyd 'n konstante verhouding van die oorspronklike prikkel moet wees. Fechner redeneer dat indien die net waarneembare verskille vanaf die absolute gehoordrempel opwaarts bymekaar getel word, dit in werklikheid die psilogiese luidheidskaal weerspieël. Hieruit kan afgelei word dat die luidheidskaal, ongeag spektruminhoud, volgens Fechner 'n algemene wetmatigheid weerspieël. Trouens, die teorie beweer dat namate prikkels toeneem in 'n meetkundige reeks, neem gewaarwordings toe in 'n rekenkundige reeks, d.w.s. die gewaarwordingsintensiteit (S) is proporsioneel gelyk aan die logaritme van die prikkelintensiteit. Vandaar Fechner se wet van $S = k \log I$ (Geldard, 1971).

Fletcher en Munson (1933) spesifiseer 'n 1000 Hz toon as standaard waarteen die luidheid van ander klanke beoordeel moet word. Luidheidsverskille word deur die mens waargeneem, nie alleen deur 'n toename of afname in intensiteitspeile nie, maar ook deur frekwensiesensitiwiteit. Hierdie standaardfrekwensie van 1000 Hz verwysing word vandag algemeen gebruik vir luidheidsvergelykingstudies weens die besondere sensitiwiteit van menslike gehoor by 1000 Hz. Die werklike verhouding tussen luidheid en frekwensie is deur Fletcher en Munson bepaal deur gelyke luidheidskontoure. (Sien Figuur 1)

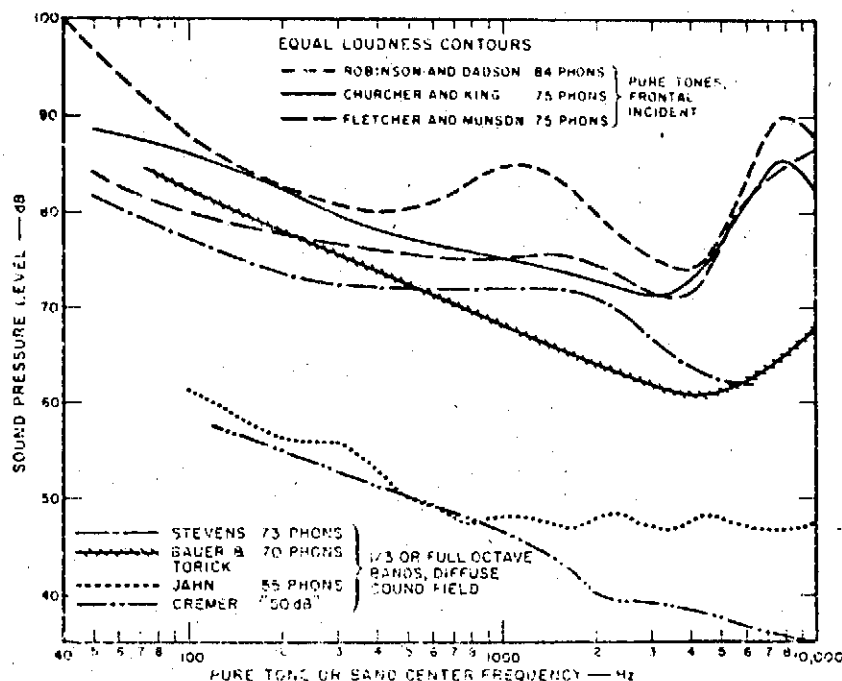
Figuur 1 toon die intensiteitspeile van suiwer tone van verskillende frekwensies om gelyk in luidheid te wees ten opsigte van 'n 1000 Hz toon by verskillende intensiteitspeile. Stevens (1955) stel voor dat die eenheid van luidheid in sones uitgedruk word en dat 1 sone toegewys word aan 'n 1000 Hz toon teen 'n klankdrukpeil van 40 dB. Die sone-skaal is rondom die volgende beginsel opgebou: 'n Klank twee keer so luid as 1 sone, is 2 sones terwyl 'n klank 4 keer so luid as 1 sone, 4 sones genoem word. Stevens se werk word later in meer besonderhede bespreek.



Figuur 1. Gelyke luidheidskontoere (Stevens, 1938, p.124)

Barkhausen se metode vir die bepaling van luidheid, bestaan ook uit 'n subjektiewe vergelyking tussen die luidheidspeil van 'n gegewe klank en 'n 1000 Hz toon teen 'n bepaalde klankdrukpeil. Die luidheidskaal wat hieruit voortvloei word uitgedruk in phon-eenhede (Bröck, 1967). Die phon-eenheid is algemeen aanvaar as meeteenheid vir luidheidspeile, terwyl die desibelskaal aanvaar is vir die meting van klankdrukpeile. Hierdie twee eenhede kom slegs ooreen by 1000 Hz. Die phon-eenheid is verder verfyn deur Zwicker en word later in hierdie hoofstuk verder ontleed.

Verskeie ander navorsers het vanaf 1929 tot 1956 (Meij, 1971) gelyke luidheidskontoere saamgestel vir suiwer tone sowel as vir oktaafband- en $1/3$ oktaafbandgeraas, gesentreer rondom 1000 Hz toon as verwysing waarteen ander klanke beoordeel is (Kryter, 1970). Die ooreenkomste en verskille tussen die resultate van die onderskeie navorsers word aange-
toon in Figuur 2.



Figuur 2. Vergelyking tussen verskillende gelyke luidheidskontoere (Kryter, 1970, p.249)

Om die vraag waarom sodanige verskille in navorsingsresultate voorkom te beantwoord, is dit vervolgens nodig om in te gaan op die verskille in uitgangspunte van navorsers wat van verskillende psigofisiese meetmetodes gebruik maak:

B. PSIGOFISIESE MEETMETODES

In die literatuur word hoofsaaklik drie verskillende metodes gebruik om die verhouding tussen luidheid en intensiteit van klanke te bepaal (Corso, 1967), (Baker, 1970), (Bartley, 1950).

(i) Die metode van omvangsbepaling: ("Magnitude Estimation")

Volgens Stevens (1955) is hierdie metode die mees direkte en, in sommige opsigte, die mees doeltreffende metode van luidheidsbepalings.

Die meganika van die metode kan as volg beskryf word:

'n Standaardverwysingsklank word aan toetslinge voorgespeel met die versoek om 'n arbitrêre waarde (byvoorbeeld 1 of 100) daaraan toe te ken. 'n Vergelykingsklank word daarna aangebied en toetslinge besluit watter waarde toegeken moet word aan die klank in verhouding tot die waarde toegeken aan die verwysingsklank. Op hierdie wyse word gaandeweg 'n skaal van relatiewe luidhede tot 'n spesifieke verwysingsklank bepaal.

Daar bestaan twee variasies op hierdie metode:

(a) Die rangorde metode:

'n Reeks klanke word aan toetslinge voorgespeel met die versoek om die verskillende klanke in rangorde van "klein" tot "groot" te plaas.

(b) Paarsgewyse vergelykings:

Hierdie variasie van die metode van omvangsbepaling is deegliker, maar word minder toegepas weens die langer tyd wat dit in beslag neem om 'n luidheidskaal te bepaal. Deur hierdie metode word toetslinge gebruik om slegs twee prikkels op 'n keer met mekaar te vergelyk totdat die totale reeks prikkels in die ondersoek vergelyk is. Wanneer byvoorbeeld agt toetsklanke gebruik word, word vergelykings getref tussen alle moontlike kombinasies van twee klanke per keer totdat die reeks afgehandel is (Nunnally, 1970).

Die metode van omvangsbepaling en variasies daarvan, berus op 'n ordinale skaal en is reeds dikwels toegepas deur navorsers in die bepaling van 'n luidheidskaal. Hierdie metode is egter blootgestel aan sekere vooroordele wat eksperimentele toetsresultate kan beïnvloed. Eerstens word in die literatuur erken dat toetslinge se beoordeling beïnvloed word deur die volgorde waarin toetsklanke aangebied word (Stevens, 1955). Die onderliggende sielkundige proses wat hierdie beoordelingsfout ver-

oorsaak, is dat menslike waarneming beïnvloed word deur 'n verwysings-raamwerk van onmiddellike voorafgaande prikkels. Deur hierdie metode van luidheidsbepaling te gebruik, is die eerste beoordelings van toetslinge meer akkuraat as latere beoordelings. Tweedens word beoordelings beïnvloed deur die absolute peil van die vergelykingsklank. Hierdie neiging gee aanleiding tot 'n oorwaarderling van die hoër intensiteite en 'n onderwaarderling van laer intensiteite as die verwysingsklank.

(ii) Die metode van verstelling: ("Method of adjustment")

Deur hierdie ratio-metode van luidheidsbepaling toe te pas, rus die verantwoordelikheid op die toetsling self om 'n kriterium van vergelyking tussen toetsklanke te vind. Verstelling van die volumecontrole van die toetsapparaat is moontlik totdat die standaardklank en die vergelykingsklank vir die toetsling ewe luid klink. Van die toetsling kan volgens hierdie metode ook verwag word om kontroleverstellings te doen totdat die vergelykingsklank vir hom byvoorbeeld die helfte so luid klink as die verwysingsklank.

Die grootste beswaar wat teen hierdie metode ingebring kan word, is dat addisionele sintuiglike waarnemingsprosesse die effektiwiteit van toetsresultate kan beïnvloed. Die verstelling van volumecontroles beïnvloed die oordeel van toetslinge sodanig dat 'n konstante verhouding gesoek word tussen luidheid en die draai van kontroles. By die eerste aanhoor van 'n vergelykingsklank word dus 'n subjektiewe verstellingspatroon ontwikkel deur toetslinge wat as verwysingsraamwerk dien vir verdere beoordelings.

(iii) Die metode van konstante prikkel: ("Method of constant stimuli")

Hierdie ordinale skaal-metode is soortgelyk aan die paarsgewyse ver-

gelykingsmetode, behalwe dat die standaardverwysingsklank deurgaans gebruik word saam met een van die ander vergelykingsklanke in die eksperiment. Van toetslinge word verwag om mondelings na elke vergelyking aan te toon of die vergelykingsklank harder of sagter as die standaardklank is. Aanbiedings van die pare (standaardklank en enige vergelykingsklank) word in 'n toevallige volgorde aangebied ten einde te voorkom dat 'n verwysingsraamwerk vir vergelykingsdoeleindes by toetslinge ontstaan. Om betroubare inligting te bekom, is dit nodig dat 'n groot aantal vergelykings uitgevoer word voordat 'n gelyke luidheidspunt verkry kan word. Tabel 1 dien as voorbeeld om hierdie proses te verduidelik.

TABEL 1

Bepaling van Gelyke LuidheidVolgens Metode van Konstante Prikkel

dB Intensi- teit van standaard- klank van 1000 Hz	dB Intensi- teit van vergelykings- klank van 800 Hz	Reaksie van toetsling X=harder 0=sagter			Onderskei- dingsgrens	Gelyke Luidheid
70	76	X	X	X	76	
70	74	X	X	0		
70	72	X	0	0		
70	72	X	0	0		
70						71
70	68	X	X	0	66	
70	66	0	0	0		
70	64					

Tabel 1 toon dat 18 verskillende vergelykings in toevallige volgorde

gedoen word om een enkele gelyke luidheidswaarde te bereken. Die onderskeidingsgrense word geleidelik bepaal deur die konstante voorkoms van 'n reaksie van harder (X) of sagter (O) by ten minste 3 verskillende geleenthede. In hierdie voorbeeld klink 'n standaardklank van 1000 Hz teen 70 dB vir 'n toetsling net so hard as 'n vergelykingsklank van 800 Hz teen 71 dB.

Een van die hoofredes waarom navorsers teen hierdie metode gekant is, is juis omdat dit 'n lang toetsprogram vereis om betroubare gegewens te bekom. Verdere kritiek teen die metode is die sogenaamde volgorde-effek. Daar bestaan die neiging dat wanneer twee prikkels opeenvolgend aangebied word, die tweede prikkel sterker beoordeel word as die eerste prikkel. Hierdie beswaar is deur de Jager (1973) in die voorlopige ondersoek nagevors en as onbeduidende invloed verklaar.

Uit die voorafgaande is dit duidelik dat daar basiese verskille ten opsigte van metingsbeginsels bestaan tussen die drie psigo-fisiese meetmetodes. Hierdie verskille, hoewel op die oog af klein, kan beduidende verskille in luidheidsnavorsing te weeg bring indien die komplekse menslike waarnemingsproses in ag geneem word. Volgens Geldard (1971) bestaan daar talle onverenigbaarhede tussen die mens se afleidings aangaande gebeure in die fisiese wêreld en sy waarneming daarvan. Genoemde skrywer kom tot die gevolgtrekking dat die wêreld van die fisika en die perseptuele of waarnemingswêreld nie van dieselfde materiaal gemaak is nie, en dus nie met dieselfde terme beskryf kan word nie.

Psigofisiese meetmetodes het as grondslag die verband tussen die wêreld van fisiese energie en die mens se waarneming daarvan, waar fisiese energie die bekende faktor en die mens se waarnemingspatroon die onbekende faktor is. Omdat menslike bewussynsprosesse nie funksioneer

volgens natuurwetmatighede nie, en menslike gedrag al dikwels omskrywe is as $2 + 2 = 5$ (Heckman en Huneryager, 1967) sou verwag kon word dat verskillende metodes aangewend sal word om die onbekende te ondersoek. Stevens (1955, p.817) evalueer die verskillende psigofisiese meetmetodes deur middel van empiriese gegewens en kom tot die volgende gevolgtrekking:

"Whatever method is used, it probably makes a lot of difference how the subjects are treated. Their attention flags quickly, and whatever biasing forces are at work can produce more formidable distortions when the subject's attention has wandered. Judging loudness is at best a delicate, difficult business." Hieruit kan afgelei word dat nie net die keuse van 'n psigofisiese metode belangrik is vir die bepaling van luidheid nie, maar dat die spesifieke samestelling van 'n monster en die implementering van navorsingsbeginsels bepaald 'n invloed uitoefen op die gehalte van eksperimentele resultate.

C. DIE IMPLEMENTERING VAN NAVORSINGSBEGINSELS

Die bepaling van 'n gelyke luidheidskaal, wat dien as basis van geraasmeetmetodes, word beïnvloed deur die keuse van toetslinge wat vir gelyke luidheidseksperimente gebruik word. In die literatuur is daar 'n algemene gebrek aan rapportering van basiese besonderhede aangaande toetslinge waardeur die relatiewe betroubaarheid van toetsresultate beoordeel kan word. Die gebrek aan interdisiplinêre insig is wat hierdie aspek aanbetref, so groot dat die literatuur self nie eers as bron van verwysing kan dien nie. Gevolglik sal slegs enkele voorbeelde gebruik word om die probleem aan te toon.

(i) Ouderdom van toetslinge:

Robinson (1964) rapporteer in sy navorsing geen besonderhede ten opsigte van toetslinge wat hy gebruik het nie, behalwe dat subjektiewe be-

beoordelings gedoen is deur groepe van tussen 20 en 30 toetslinge. Dieselfde skrywer (1960) rapporteer geen ouderdom van toetslinge nie. Stevens (1955) rapporteer slegs dat 26 toetslinge in sy projek gebruik is. Stevens en Poulton (1956) rapporteer by 'n latere ondersoek slegs dat 76 toetslinge (36 mans en 40 dames) wat nie tevore deelgeneem het aan luidheidseksperimente nie, gebruik is. Zwicker et.al. (1957) rapporteer geen besonderhede aangaande toetslinge nie. As in ag geneem word dat genoemde skrywers algemene erkenning vir hulle werk in die literatuur ontvang, is geen verdere praktiese bewyse vir hierdie leemte nodig nie. Daar kan dus nie aanvaar word dat beperkings geplaas is op ouderdom deur genoemde navorsers, sodat verseker kon wees dat alle toetslinge 'n normale gehoor het nie. As sielkundige voorvereiste vir luidheidsbepalings moet van toetslinge gebruik gemaak word wat nie alleen oor normale gehoor beskik nie, maar wat ook fisies en geestelik gesond is.

(ii) Toetsinstruksies:

By die beoordeling van luidheid word objektiewe waardes gesoek vir die relatiewe "gewig" wat die gehoormeganisme aan verskillende intensiteite van klank toeken. Hierdie standpunt is besonder belangrik omdat die mens deur ervaring geneig is om 'n emosionele assosiasie met sekere soort klanke op te bou. Enige samestelling van toetsinstruksies vir luidheidsbepalings moet dus die gehoormeganisme as objektiewe meetinstrument voorhou vir die doeleindes van die eksperimentele navorsing.

In die literatuur word algemeen erken dat toetslinge moeilik onderskei tussen luidheid as objektiewe waarderingsbegrip en die emosioneel-belaaiete geraassteuringsbegrip. Daar kan dus verwag word dat indien die toetsling nie duidelikheid het aangaande wat beoordeel moet word nie, 'n neiging sal ontstaan tot emosionele assosiasie by die beoordeling van

luidheid. In die literatuur word toetsinstruksies vir die beoordeling van luidheid egter nie rapporteer nie.

(iii) Toetsafnemers:

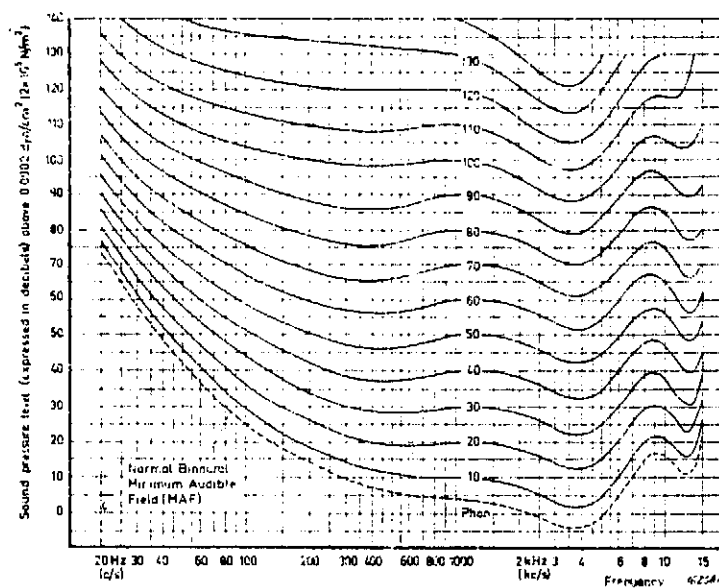
Verskeie navorsers in die eksperimentele sielkunde vind 'n duidelike invloed van toetsafnemers op toetsresultate van toetslinge (Barber, 1968), (Kints, 1965), (McGuigan, 1963), (Hetherington, 1963), (Rosenthal, 1963), (Rosenthal, 1964), (Stevenson, 1964). In die psigo-akoestiek kan egter geen bewyse gevind word dat aandag gegee is aan hierdie potensiële beïnvloeding van toetsresultate nie.

Uit die voorafgaande is dit duidelik dat 'n spesifieke oorsaak vir die verskille in gelyke luidheidsresultate van navorsers uit die literatuur nie moontlik is nie. Enige kombinasie van genoemde sielkundige invloede kan die verskille in uitkomste van resultate te weeg bring. Tensy aandag gegee word aan standaard navorsingspraktyke in die psigo-akoestiek, kan eenstemmigheid in navorsingsresultate dus nie verwag word nie. Alhoewel Garner (1958) (1959) en Hellman en Zwislocki (1961) verskille in navorsingsresultate probeer aantoon deur die drie psigofisiese meetmetodes reeds bespreek as uitgangspunt te gebruik, kan geen bevredigende oplossing vir die probleem in die literatuur gevind word nie.

D. KLANKPEILMETERS

Klankpeilmeters is reeds sedert 1926 ontwikkel en bemark (Meij, 1971). Hierdie meetinstrumente beskik oor 'n frekwensieweergawe soortgelyk aan die weergawe van menslike gehoor soos bepaal deur gelyke luidheidskontoure vir suiwertone. Die uitgangspunt van ontwerpers en navorsers op hierdie gebied is dat, indien die instrument kalibreer word in desibel, dit 'n voorspelling gee vir die luidheidspeil van geraas wat gemeet word.

Uit die staanspoor is dit dus duidelik dat gelyke luidheidskontoere die kriterium vir instrumentasie vorm. Uit die voorafgaande gedeeltes is dit ook duidelik dat navorsers verskeie gelyke luidheidskontoere ontwikkel het wat onderling van mekaar verskil en dat uitsluitel oor die korrekte frekwensieweergawe van die gehoormeganisme nog nie verkry is nie. Om egter eenvormigheid te bekom, is 'n stel gelyke luidheidskurwes internasionaal gestandaardiseer, wat vandag dien as basis van klankpeilmeters (Broch, 1967). (Sien Figuur 3.)



Figuur 3. Internasionaal gestandaardiseerde gelyke luidheidskontoere.

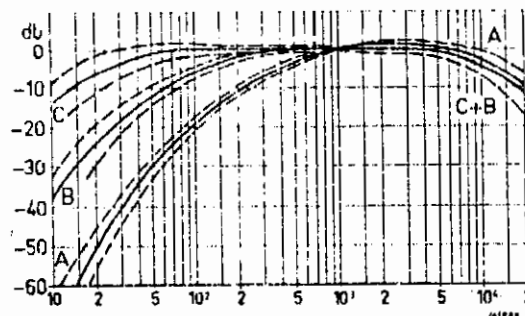
(Meij, 1971, p.151)

Hierdie gelyke luidheidskontoere vorm nie alleen 'n komplekse patroon nie, maar is ook nie ewewydig aan mekaar nie. Gevolglik is dit nie moontlik om alle kontoere in te sluit by die frekwensieweergawe van klankpeilmeters nie.

Navorsers het dus besluit om slegs 'n paar van hierdie kontoere te gebruik wat 'n wye verspreiding oor die totale luidheidsomvang dek (Meij,

1971). Die A beswaringsnetwerk van klankpeilmeters is baseer op die 40 phon kontoer (Figuur 3) wat duidelik afhanklik is van frekwensies onder 1000 Hz. Die C beswaringsnetwerk is baseer op die 100 phon kontoer (Figuur 4) en gevolglik min afhanklik van bepaalde frekwensies oor 'n breër spektrum van gehoorsensitiwiteit, terwyl die B beswaringsnetwerk baseer op die 70 phon kontoer, 'n middeweg tussen A en C volg (Broch, 1967).

Hierdie drie eenhede is internasionaal gestandaardiseer en daar is ooreengekom dat omskrywing van die metings aangetoon sal word as dB(A), dB(B) of dB(C) respektiewelik. Die verband tussen hierdie wegingseenhede met die toegelate toleransie van presisie word in Figuur 4 uitgebeeld.



Figuur 4. Internasionaal gestandaardiseerde beswaringsnetwerke vir klankpeilmeters. (Broch, 1967, p.36)

Kritiek teen die gebruik van genoemde beswaringsnetwerke in bepaalde omstandighede het gelei tot die ontwikkeling van verdere meeteenhede wat telkens internasionaal standaardiseer is. Sommige van hierdie metodes word vervolgens bespreek.

E. DIE WAARNEMING VAN LUIDHEID VAN KOMPLEKSE KLANKE

Kryter (1970) beweer dat gelyke luidheidskontoere, of dit vir suiwertone of vir bandgeraas is, eintlik slegs akademies van belang is, tensy

dit gebruik kan word vir die evaluering van die luidheid van komplekse geraas en klanke in die werklike lewe. Verskeie navorsers probeer 'n oorskakeling van die laboratoriumsituasie na die praktiese omgewing bewerkstellig.

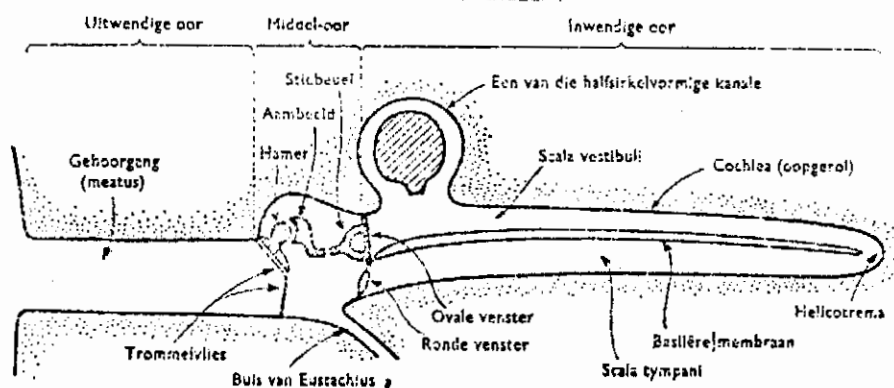
Fletcher en Munson (1933) se bepaling van die luidheid van komplekse geraas is prakties nie veel gebruik nie, omdat hierdie navorsers primêr konsentreer op suiwer klanke wat nie algemeen in die alledaagse lewe voorkom nie. Churcher en King (1937) en later Beranek (1951) stel voor dat 'n eenvoudige sommering van luidhede in sones van oktaafbandgeruis, 'n redelike voorspelling gee van die waargenome luidheid van 'n komplekse klank, bestaande uit een of meer oktaafbande van toevallig verspreide geruis. Stevens (1956) (1957) (1961) publiseer voorstelle wat gebruik kan word vir die evaluering van die totale luidheid van breë, kontinuërende spektra van klanke. Zwicker (1958) postuleer 'n funksionele verband tussen maskering en totale luidheid en ondersoek die verspreiding van maskering vir $1/3$ oktaafband geruis, die gehoordrempel vir suiwertone en die verandering in peil van 'n 1000 Hz toon om 'n verdubbeling (of halvering) in luidheid te bepaal. Verdere werk ten opsigte van die luidheid van komplekse klanke is onder andere ook gedoen deur Robinson (1958) en Kryter (1970).

Vir die doeleindes van hierdie ondersoek is veral die werk van Stevens, Zwicker en Kryter belangrik. Gevolglik word in die volgende gedeeltes meer in besonderhede ingegaan op die teorieë van hierdie drie navorsers:

(i) Die werk van Zwicker:

Zwicker se metode van luidheidsbepaling is baseer op 'n fisiologiese model van menslike gehoor waarin die stimuleringspatroon van die basilêre

membraan simuleer word. (Sien Figuur 5)



Figuur 5. Skematiese voorstelling van die oor. (Du Toit, Van der Merwe, 1966, p.200)

Volgens Zwicker en Scharf (1965) sommeer luidheid oor frekwensie omdat twee tone saam gewoonlik harder klink as afsonderlik. Die totale luidheid is egter selde groter as die som van die twee afsonderlike luidhede. Luidheid sommeer dus nie volmaak oor frekwensie nie, as gevolg van die gemeenskaplike maskering tussen klanke (Stevens, 1956). Psigofisiese metings van maskering en luidheid gekombineerd gee egter volgens Zwicker 'n psigologiese aanduiding van die luidheid van klanke. In 'n uiteensetting van die teorie maak Zwicker en Scharf (1965) gebruik van twee besondere begrippe:

(a) Toonaard:

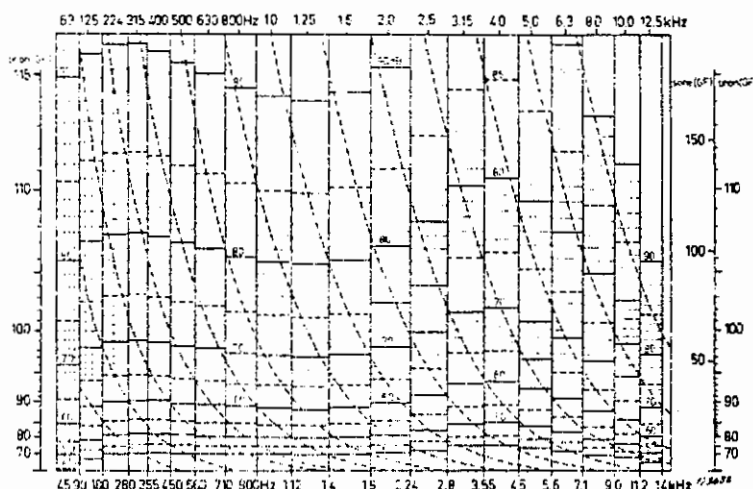
Hierdie is 'n frekwensieskaal wat die aktivering van sekere dele van die basilêre membraan in verhouding bring met bepaalde frekwensies. Hoë frekwensies word assosieer met die gedeelte van die basilêre membraan na aan die ovale venster, terwyl laer frekwensies gedeeltes naby die helicotrema aktiveer (Von Békésy, 1960). Die eenheid van toonaard, die "Bark" is baseer op die beginsel van kritiese bandwydte (Frequensgruppe), wat

voorkom in die cochlea van die oor (Kryter, 1970). 'n Kritiese bandwydte of 1 "Bark" is ekwivalent aan ongeveer 1,3 mm van die basilêre membraan, wat gevolglik uit 24 "Barks" bestaan. Die menslike gehoor-spektrum word dus verdeel in 24 frekwensiegroepe wat in terme van luidheid afhanklik is van intensiteite van klanke wat in elke afsonderlike frekwensiegroep geleë is.

(b) Spesifieke luidheid:

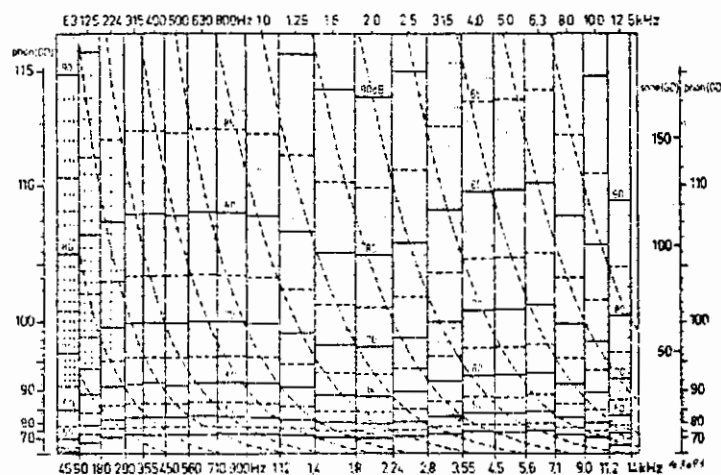
Die spesifieke luidheidskaal is 'n afgeleide skaal wat die luidheid geproduseer oor elke eenheid van toonaard ("Barks") verteenwoordig (Zwicker en Scharf, 1965). Die term spesifieke luidheid is dus ontwikkel om die verband tussen aktivering van 'n gedeelte van die basilêre membraan en die resulterende luidheid van 'n bepaalde klank aan te toon. Die luidheid van 'n klank is dus die som van die spesifieke luidhede van die spesifieke elemente of eenhede van die gestimuleerde basilêre membraan.

Die skale van toonaard en spesifieke luidheid vervang volgens Zwicker en Scharf (1965) die fisiese skale van frekwensie en intensiteit en dien as koördinate vir 'n geometriese voorstelling van luidheid. Op die basis van hierdie begrippe ontwikkel Zwicker (1960) 'n grafiese metode vir die bepaling van die luidheid van komplekse klanke. Die horisontale as van hierdie grafieke is verdeel in gelyke frekwensiegroepe, terwyl vertikaal die verdeling van elke frekwensiegroep in luidheidseenhede, proporsioneel tot die sone-skaal aangetoon word. Voorbeelde van twee van Zwicker se 10 grafieke word in Figure 6 en 7 voorgestel.



Figuur 6. Frontale klank. (Broch, 1967, p.A5)

Hierdie kurwes is saamgestel na psigofisiese eksperimente in laboratoriumsituasies waar uiteraard van vrye veldklanke gebruik gemaak is.



Figuur 7. Diffuse veld. (Broch, 1967, p.A10)

Hierdie kurwes is deur Zwicker ontwikkel vir die bepaling van die subjektiewe luidheid van klanke in die alledaagse omgewing.

(ii) Die werk van Stevens:

Stevens (1955) voer verskeie eksperimente deur na 'n oorsig van be-

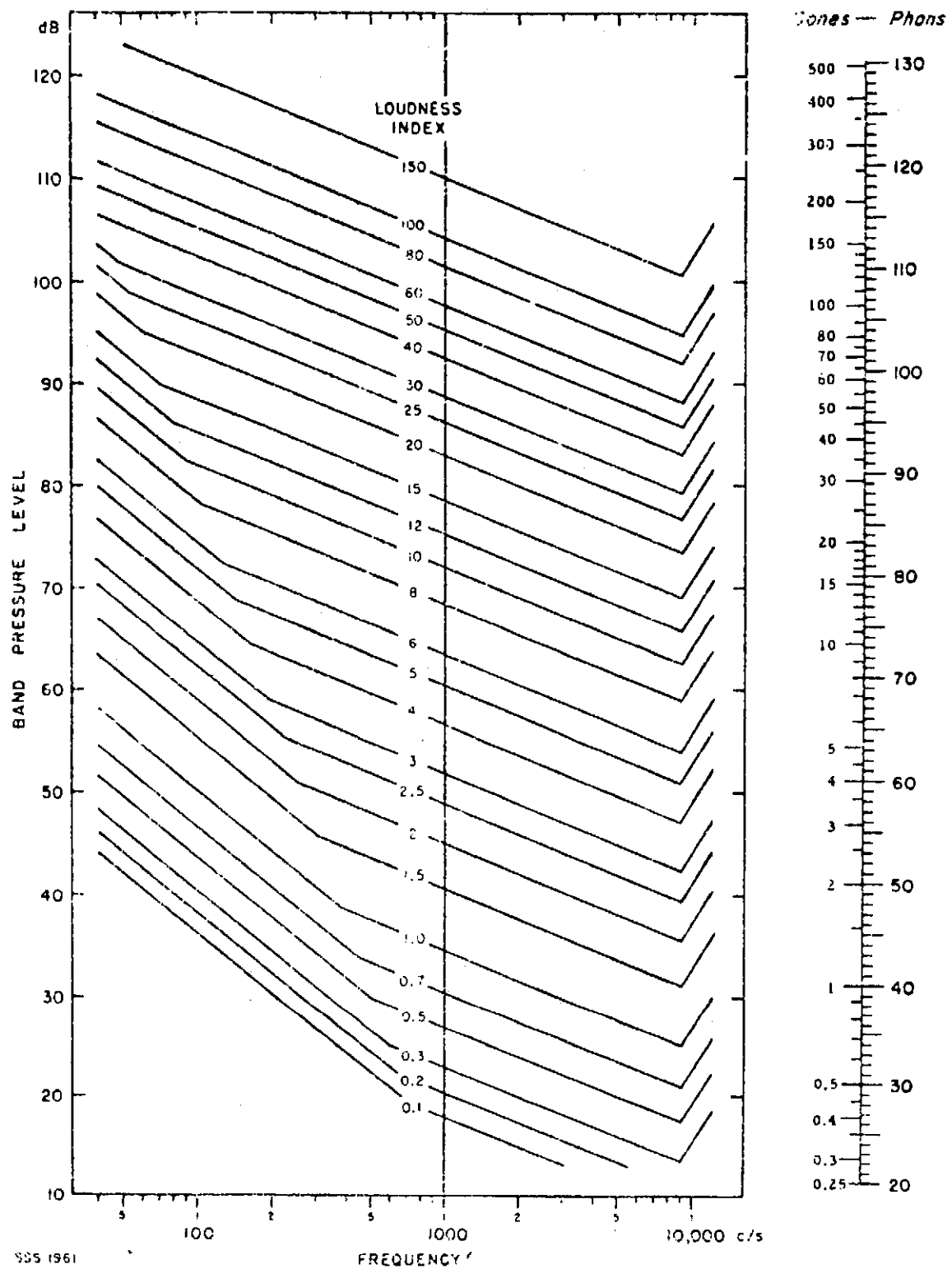
skikbare literatuur en vind dat toetslinge in die algemeen 'n luidheidstoename verhouding van 2:1 aantoon vir intensiteitstoenames van gemiddeld 10 dB. Op basis van sy empiriese navorsing kom Stevens (1956) tot die gevolgtrekking dat luidheid 'n relatiewe eenvoudige magsfunksie van intensiteit is. Sy sone-skaal is baseer op hierdie beginsel en kan beskou word as luidheidskaal om dit te onderskei van die intensiteitskaal wat in decibel uitgedruk word.

Stevens (1965) (1957) publiseer voorstelle vir die evaluering van die totale luidheid van breë, kontinuërende spektra van klanke. As basis vir hierdie voorstelle ontwikkel hy 'n stel gelyke luidheidskontoere vir oktaafbandgeraas relatief tot 1000 Hz toon in 'n difuse veld, en ekstrapoleer ook die metodes wat gebruik word vir derde-oktaaf en half-oktaaf bande van geraas (Meij, 1971). Stevens (1961) vereenvoudig sy gelyke luidheidskontoere en verwerk sy sone-waardes na luidheids-indekswaardes. Hierdie gegewens word saamgevat in Figuur 8 en staan bekend as Stevens Mark VI.

Stevens toon aan dat sy metode meer akkuraat is vir die bepaling van luidheid van komplekse klanke van breë band geruis as 'n eenvoudige somming van sone-waardes vir individuele bande (Kryter, 1970).

Ten einde verwarring tussen sone-waardes en phon-waardes uit te skakel, bereken Stevens (1956) die verband tussen hierdie twee skale en stel voor dat sone-waardes terug verwerk word na phon deur toepassing van die formule: $\log_{10} S = 0,03P - 1,2$, waar S = totale luidheid in sones en p = luidheidspeil in phons. Op grond van hierdie verwerking word luidheid dus prakties in Stevens phons uitgedruk. Aan die regterkant van Figuur 8 word hierdie verhouding uitgebeeld.

Die Internasionale Standaardisasie Organisasie (1967) beveel aan dat



Figuur 8. Luidheidsindeks saamgestel uit gelyke luidheidskontoere van sone-waardes. (Meij, 1971, p.155)

Stevens Mark VI gebruik word as metode vir die bepaling van luidheid gemeet met oktaafband filters, terwyl Zwicker se metode gebruik moet word indien metings deurgevoer word met een-derde oktaafband filters.

(iii) Kryter se werk:

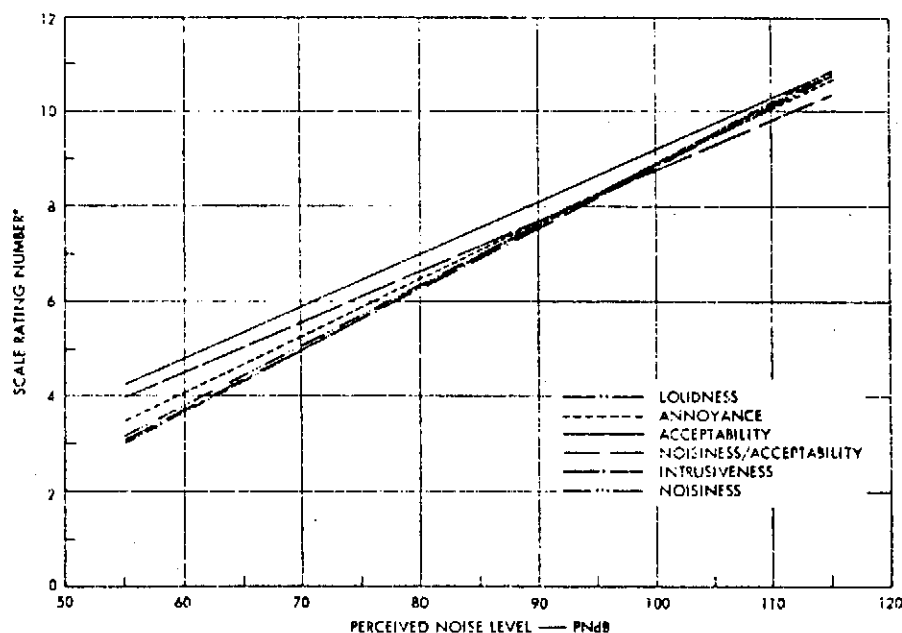
Kryter (1970) bepaal vanuit sy persoonlike standpunt nie luidheid nie, maar waargenome geraaspeil ("Perceived Noisiness in dB"). Meij (1971) vind egter dat toetslinge moeilik onderskei tussen begrippe van luidheid en raserigheid en spekuleer dat Kryter se metode, indien blootgestel aan dieselfde instruksies as ander luidheidsmeetmetodes, nie beduidende verskille in resultate sal aantoon nie. In hierdie ondersoek word sy metode onderwerp aan 'n eenvormige stel psigologiese data om te bepaal of sy metode wesenlik verskil van ander meetmetodes.

Genoemde skrywer (1959) (1969) maak wel 'n onderskeid tussen luidheid en geraassteuring, maar toon onbeduidende verskille aan tussen gelyke luidheidskontoere en gelyke raserigheidskontoere ten opsigte van spektruminhoud van breë bandgeruis. Kryter (1970) kom tot die gevolgtrekking dat 'n 10 dB toename in intensiteit van klanke 'n verdubbeling in luidheid en raserigheid veroorsaak en aanvaar dus sodoende Stevens (1956) se luidheidsfunksie. Twee basiese redes vir die verskille tussen luidheids- en raserighedsnavorsing word deur Kryter (1970) aange-
toon, naamlik:

(i) Eksperimentele metodes wat gebruik is deur verskillende navorsers (Broadbent en Robinson, 1964). Reeds vroeër in hierdie hoofstuk is aandag gegee aan die onderlinge verskille tussen psigo-fisiese meetmetodes en word dus nie verder ontleed nie.

(ii) Woordkeuse in die samestelling van toetsinstruksies. Verskillende resultate word van toetslinge verkry indien begrippe van luidheid,

steuring, aanvaarbaarheid, onderbreking en raserigheid onderskeidelik gebruik word in navorsing. Figuur 9 toon hierdie verskille aan.



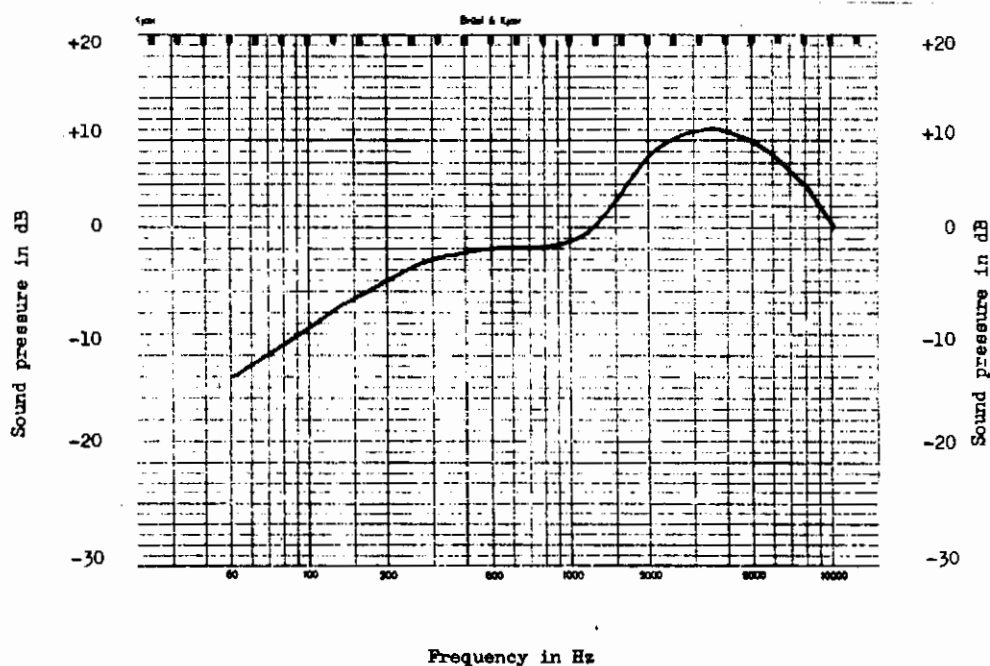
Figuur 9. Gemiddelde beoordeling van alle geraasprikkels in alle toets-sessies. (Kryter, 1970, p.274)

Ten spyte van Kryter se oënskynlike aanvaarding van Stevens (1956) se luidheidsfunksie en bogenoemde oorsake vir verskille in navorsingsresultate, kom Kryter (1960) tot die gevolgtrekking dat die algemene aanvaarde gelyke luidheidskontoere aangepas moet word om te kan dien as basis vir die evaluering van waargenome geraaspeil van komplekse klanke. Op grond van hierdie argument ontwikkel Kryter (1968) sy sogenaamde PNdB beoordelingsmetode, wat afgelei is van ondersoeke waarin toetslinge die relatiewe steuringswaarde van suiwertone en noubandgeruis beoordeel.

Die reaksies van toetslinge is gebruik om 'n skaal te ontwikkel wat die waargenome raserigheid (PN) van klanke van gelyke tydsduur meet. Die eenheid van PN word die "Noy" genoem en 'n klank wat subjektief gelyk beoordeel word aan die raserigheid van 'n geraasband van 910 Hz tot

1090 Hz en 'n klankdruk van 40 dB re 0,0002 μ bar word die waarde van 1 noy toegeken. 'n Klank wat 2 keer meer steurend beoordeel word, is 2 noy ensovoorts. Die PN-waardes word in 'n logaritmiese skaal verwerk, soortgelyk aan die phonskaal vir luidheidspeile. Hierdie skaal staan bekend as die "judged perceived noise level (PNL)"-skaal en sy eenhede decibels (dB). Die PNL van 'n gegewe klank is numeries gelyk aan die maksimum totale klankdruk van 'n verwysingsklank, wat deur waarnemers op enige gegewe tydstip beoordeel word as gelyk in steurnis tot die gegewe klank (Van Wyk, 1970).

Aangesien die berekening van PNdB-waardes kompleks van aard is, ontwikkel Kryter (1968) 'n beswaringsnetwerk vir klankpeilmeters bekend as dB(D). (Sien Figuur 10.)



Figuur 10. Die dB(D)-beswaringsnetwerk. (Meij, 1971)

Die dB(D)-beswaringsnetwerk is baseer op die omgekeerde van die 40 noy-kurwe wat veral gebruik word vir die meting van vliegtuiggeraas. Hierdie meetmetode word weer eens aanvaar deur die Internasionale Stan-

daardisasie Organisasie (I.S.O. D.R. 1760, 1968).

F. KORREKSIES VIR SUIWERTONE

Kryter en Pearsons (1965) bevind dat geraasspektra wat suiwertone bevat, meer steurend beoordeel word deur toetslinge. Op grond van hierdie bevin-dinge is voorgestel dat suiwertoonkorreksies aangebring moet word by meetme-todes indien suiwertone in geraasspektra onderskei kan word (Bishop, 1966), Bowsher et.al. (1966), Robinson et.al. (1963), Kryter (1965). Die metode waarvolgens hierdie dB korreksies bereken word, word volledig deur Kryter (1970) uiteengesit.

Die Internasionale standaardisasie Organisasie (1968) stel verdere kor-reksies voor, terwyl die "Federale Aviation Agency" (1968) nogeens 'n stel korreksiefaktore voorstel. Geen wetenskaplike rasionaal kan egter uit die literatuur vasgestel word vir sodanige korreksiefaktore nie en gevolglik word in die huidige ondersoek gepoog om die regverdiging daarvan na te gaan.

G. INTERNASIONAAL GESTANDAARDISEERDE MEETEEHED

Uit die voorafgaande is dit duidelik dat 'n reeks verwarrende meeteenhede reeds aanvaar word op internasionale vlak. Vir die doeleindes van die huidige ondersoek is die belangrikste daarvan geselekteer vir wetenskaplike ontleding en evaluering. Hierdie reeks bestaan uit die volgende meetmetodes:

1. Liniêr
2. dBA
3. dBD
4. Zwicker phon
5. Stevens Mark VI
6. PNdB

Suiwertoontkorreksies van die Internasionale Standaardisasie Organisasie vir:

7. dBA
8. dBD
9. Stevens Mark VI
10. PNdB

Suiwertoontkorreksies voorgestel deur die "Federal Aviation Agency" vir:

11. dBA
12. dBD
13. Stevens Mark VI
14. PNdB

Suiwertoontkorreksies voorgestel deur Kryter vir:

15. dBA
16. dBD
17. Stevens Mark VI
18. PNdB

Die grondslag vir 'n navorsingsprojek waarin hierdie uiteenlopende meetmetodes van luidheid evalueer kan word, is geleë in doeltreffende eksperimentele ontwerp. In die lig van die tekortkominge van navorsing soos in hierdie hoofstuk aangetoon, word in die volgende hoofstuk aandag gegee aan 'n wetenskaplike benadering ten opsigte van eksperimentele ontwerp in luidheidsnavorsing.

BRONNELYS

1. BAKER, L.M.: General Experimental Psychology, Oxford University Press, New York, 1960.
2. BARBER, T.X.; SILVER, M.J.: Fact, fiction and the experimenter bias effect. Psychological Bulletin Monograph, 1968, 70(6).
3. BARTLEY, S.H.: Beginning Experimental Psychology. McGraw-hill, New York, 1950.
4. BÉKÉSY, VON G.: Experiments in Hearing, McGraw-Hill, New York, 1960.
5. BERANEK, L.L.; MARSHALL, J.L., et.al.: The calculation and measurement of the loudness of sounds. Journal of Acoustical Society of America, 1951, 23, 261-269.
6. BISHOP, D.E.: Judgements of the relative acceptability of aircraft noise. Journal of the Acoustical Society of America, 1966, 40(1). 108-122.
7. BOWSER, J.M.; JOHNSON, D.R.; ROBINSON, D.W.: "A further experiment on judging the noisiness of aircraft in flight. Acustica, 1966, 17(5), 245-267.
8. BROADBENT, D.E.; ROBINSON, D.W.: Subjective measurements of the relative annoyance of simulated sonic bangs and aircraft noise. Journal of Sound and Vibration, 1964, 1, 162-174.
9. BROCH, J.T.: Acoustic Noise Measurement. Bruël and Kjaer, 1967.
10. CHURCHER, B.G.; KING, A.J.: The performance of noise meters in terms of the primary standard. Journal of the Institute of Electrical Engineers, 1937, 81, 57.

11. CORSO, J.F.: The Experimental Psychology of Sensory Behavior, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1967.
12. DE JAGER, L.C.: An Investigation of the Psychological Factors Determining the Magnitude of Auditory Sensation, M.Comm.-thesis, Stellenbosch, 1973.
13. DU TOIT, J.M.; VAN DER MERWE, A.B.: Sielkunde - 'n Algemene Inleiding. H.A.U.M., Kaapstad, 1966.
14. EGAN, J.P.; HAKE, H.W.: On the masking pattern of a simple auditory stimulus. Journal of Acoustical Society of America, 1950, 22, 622-630.
15. FEDERAL AVIATION AGENCY: "Sixth Revised Draft of Proposed FAA Noise Certification Criteria", 1968.
16. FLETCHER, H.; MUNSON, W.A.: Loudness, its definition, measurement and calculation. Journal of the Acoustical Society of America, 1933, 5, 82-108.
17. FLETCHER, H., STEINBERG, J.C.: Loudness of complex sounds. Physiological Review, 1924, 26, 306.
18. FRYER, D.H.; HENRY, E.R.; SPARKS, C.P.: General Psychology, Barnes and Noble, New York, 1960.
19. GARNER, W.R.: Half-loudness judgements without prior stimulus context. Journal of Experimental Psychology, 1958, 55, 482-485.
20. GARNER, W.R.: The development of context effects in half-loudness judgements. Journal of Experimental Psychology, Vol. 58, 1959, 58, 212-219.

21. GELDARD, F.A. (Vertaal deur Prins, S.J.): Grondbeginsels van die Psigologie, Van Schaik, Pretoria, 1971.
22. HECKMANN, I.L.; HUNERYAGER, S.G.: Human Relations in Management, South Western Publishing Company, Cincinnati, 1967.
23. HELLMAN, R.; ZWISLOCKI, J.: Some factors affecting the estimation of loudness. Journal of the Acoustical Society of America, 1961, 33, 687-694.
24. HETHERINGTON, M.; ROSS, L.E.: Effect of sex of subjects, sex of experimenter, and reinforcement condition on serial verbal learning. Journal of Experimental Psychology, 1963, 65, 572-575.
25. HIRSH, I.J.: The Measurement of Hearing, McGraw-Hill, New York, 1952.
26. I.S.O. RECOMMENDATION R532: Method for Calculating Loudness Level, 1967.
27. I.S.O. DRAFT RECOMMENDATION 1760: Procedure for Describing Aircraft Noise around an Airport", Geneva, 1968.
28. KINTZ, B.L.; DELPRATO, D.J.; METTEE, D.R.; PERSONS, C.E.; SCHAPPE, R.H.: The experimenter effect. Psychological Bulletin, 1965, 63, 223-232.
29. KRYTER, K.D.: Scaling human reactions to sound from aircraft. Journal of the Acoustical Society of America , 1959, 11, 1415-1429.
30. KRYTER, K.D.: The meaning and measurement of perceived noise level. Noise Control, 1960, 5, 12-27.

31. KRYTER, K.D.; PEARSONS, K.S.: "Judged noisiness of a band of random noise containing an audible pure tone." Journal of the Acoustical Society of America, 1965, 38(1), 106-112.
32. KRYTER, K.D.: Concepts of perceived noisiness, their implication and application. Journal of the Acoustical Society of America, 1968, 43, 344-362.
33. KRYTER, K.D.: Prediction of Effects of Noise on Man. Stanford Research Institute, 1969.
34. KRYTER, K.D.: The Effects of Noise on Man. Academic Press, London, 1970.
35. MCGUIGAN, F.J.: Experimenter: A neglected stimulus object, Psychological Bulletin, 1963, 60, 421-428.
36. MEIJ, G.V.: A Critical Historic Survey of the Methods of Measurement and Assessment of Annoyance caused by Noise. The Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers, September 1971.
37. MORGAN, C.T.; KING, R.A.: Introduction to Psychology, McGraw-Hill, New York, 1966.
38. NUNALLY, J.C. (Jr.): Introduction to Psychological Measurement, McGraw-Hill, New York, 1970.
39. POLLACK, I.: The loudness of bands of noise. Journal of Acoustical Society of America, 1952, 24, 533-538.
40. ROBINSON, D.W.: A new determination of equal loudness contours. IRE Trans. Audio, 1958, AU-6, 6-13.

41. ROBINSON, D.W.; WHITTLE, L.S.: The loudness of directional sound fields. Acustica, 1960, 10, 74-80.
42. ROBINSON, D.W.; WHITTLE, L.S. and BOWSER, J.M.: The loudness of diffuse sound fields. Acustica, 1961, 11, 397-404.
43. ROBINSON, D.W.; BOWSER, J.M.; COPELAND, W.C.: "On judging the noise from aircraft in flight." Acustica, 1963, 13, 324-330.
44. ROBINSON, D.W.; WHITTLE, L.S.: The loudness of octave-bands of noise, Acustica, 1964, 14, 24-35.
45. ROSENTHAL, R.; FODE, K.L.: Three experiments in experimenter bias. Psychological Reports, 1963, 12, 491-511.
46. ROSENTHAL, R.: Experimenter outcome-orientation and the results of the psychology experiment. Psychological Bulletin, 1964, 61, 405-144.
47. STEVENS, S.S.; DAVIS, H.: Hearing: Its Psychology and Physiology, John Wiley Inc., London, 1938.
48. STEVENS, S.S.: The measurement of loudness. Journal of Acoustical Society of America, 1955, 27, 815-829.
49. STEVENS, S.S.; POULTON, E.C.: The Estimation of loudness by unpracticed observers. Journal of Experimental Psychology, 1956, 51, 71-78.
50. STEVENS, S.S.: The calculations of the loudness of complex noise. Journal of Acoustical Society of America, 1956, 28, 807-832.
51. STEVENS, S.S.: Calculating loudness. Noise Control, 1957, 3(5), 11-22.
52. STEVENS, S.S.: On the validity of the loudness scale. Journal of Acoustical Society of America, 1959, 31, 995-1003.

53. STEVENS, S.S.: Procedure for calculating loudness: Mark VI. Journal of the Acoustical Society of America, 1961, 33, 1577-1585.
54. STEVENSON, H.W.; ALLEN, S.: Adult performance as a function of sex experiment and sex of subject. Journal of Abnormal and Social Psychology, 1964, 68, 214-216.
55. VAN WYK, A.J.: Die Steuringseffek van Geraas op die Aandag van die Mens. Tesis, Stellenbosch, 1970.
56. ZWICKER, E.; FLOTTORP, G.; STEVENS, S.S.: Critical bandwidth in loudness summation. Journal of the Acoustical Society of America, 1957, 29, 548-557.
57. ZWICKER, E.: Über psychologische und methodische Grundlagen der lautheit. Acustica, 1958, 3, 237-258.
58. ZWICKER, E.: Ein Verfahren zur berechnung der lautstarke. Acustica, 1960, 10, 304.
59. ZWICKER, VON E.; SCHARF, B.: A model of loudness summation. Psychological Review, 1965, 72, 3-26.

HOOFSTUK III

EKSPERIMENTELE ONTWERPBEGINSELS IN LUIDHEIDSNAVORSING

A. INLEIDING

In 'n laboratoriumondersoek van luidheid, is deeglike beplanning en eksperimentele ontwerp belangrike voorvereistes vir sinvolle afleidings wat van resultate gemaak kan word. In teenstelling met die psigo-akoestiese literatuur soos in die vorige hoofstuk uiteengesit, toon 'n literatuurstudie van die eksperimentele sielkunde verskeie faktore aan wat betrekking het op die ontwerp van luidheidsnavorsing. Om 'n verklaring te soek vir redes waarom verskille in luidheidsnavorsingsresultate voorkom, is dit nodig om 'n deeglike ontleding te maak van hierdie eksperimentele beïnvloedingsfaktore. Sodanige ontleding vorm die wetenskaplike grondslag van die huidige eksperimentele ontwerp wat in Hoofstuk IV uiteengesit sal word.

Volgens Festinger en Katz (1953, p.137) kan 'n laboratoriumeksperiment definieer word as "one in which the investigator creates a situation with the exact conditions he wants to have and in which he controls some and manipulates other variables." Hierdie definisie word deur verskeie ander navorsers ondersteun (Baker, 1960), (Brunswick, 1956), (Millon en Diesonhaus, 1972), (Nunnally, 1970). Die toetsafnemer het dus volgens genoemde skrywers 'n fundamentele invloed op die uitkoms van navorsingsresultate.

In die ontwerp van 'n gekontroleerde luidheidseksperiment moet die veranderlike beïnvloedingsfaktore, volgens Robson (1973), egter soveel as moontlik geïsoleer en gekontroleer word. Drie belangrike komponente in die ontwerp van 'n luidheidseksperiment skep moontlikhede vir veran-

derlike invloede op uiteindelijke resultate, naamlik:

Fisiese omgewingsfaktore, insluitend tegniese toerusting.

Die toetsafnemer.

Die toetsling.

Die klem van luidheidsnavorsing in die psigo-akoestiese literatuur, soos in Hoofstuk II uiteengesit is, val op die fisiese omgewingsfaktore. In die rapportering van navorsing, word in besonderhede ingegaan op die uiteensetting van fisiese instrumentasie en laboratoriumuitleg, maar min of geen aandag word gegee aan die subjektiewe faktore wat resultate beïnvloed. Vir die doeleindes van navorsing oor luidheid, is dit dus belangrik om die klassieke wetenskaplike onderskeid tussen afhanklike en onafhanklike veranderlikes te tref en eweveel aandag te gee aan beide veranderlikes in die beplanning van navorsing.

(i) Onafhanklike veranderlikes in luidheidsnavorsing:

Die onafhanklike veranderlikes waaroor die ondersoeker direkte beheer of kontrole het, word volgens Underwood (1966) en Edwards (1950) beskou as stimulus veranderlikes. Vir die doeleindes van navorsing oor luidheid, is hierdie veranderlikes:

- (a) Manipulering van vergelykingsklanke in intensiteit.
- (b) Die gebruik van interkommunikasie om terugvoering aan toetslinge te gee.

(ii) Afhanklike veranderlikes in luidheidsnavorsing:

Underwood (1966) verwys na hierdie kategorie as responsveranderlikes. Terwyl die navorser besig is om onafhanklike (stimulus) veranderlikes te varieer, word die afhanklike (respons) veranderlikes waargeneem om vas te stel of daar 'n verband bestaan tussen die reaksie van toetslinge op die veranderingsproses. Luidheidseksperimente word ook doelbewus soda-

nig beplan dat kontrole op veranderlikes uitgeoefen kan word om vergelykbare resultate te verkry. Die afhanklike veranderlikes in luidheids-eksperimente is egter blootgestel aan subjektiewe beïnvloeding deur toetsafnemers en word vervolgens bespreek:

(a) Die invloed van toetsafnemers op toetsresultate:

Badia et.al. (1970) is veral bekommerd oor die invloed van die toetsafnemer as afhanklike veranderlike op toetsresultate en haal verskeie studies aan wat reeds hierdie invloed kon bevestig (Kanfer, 1958), (McGuigan, 1960), (Binder, et.al., 1957). Verskeie ander navorsers identifiseer ook 'n invloed van toetsafnemers op toetsresultate (Kints, Delprato et.al., 1965), (Schultz, 1969), (Rosenthal, 1968), (Barber en Silver, 1968). Voordat die eksperimenteerder 'n laboratoriumstudie deurvoer, moet grondige kennis bekom word ten opsigte van sy potensiële invloed op toetsresultate. Sidowski (1966), Isaac en Michael (1972) en Andreas (1972) beveel aan dat voorlopige ondersoeke wenslik is vir die oriëntering van toetsafnemers ten opsigte van die fisiese en psigologiese aspekte van 'n ondersoek. Vir die doeleindes van luidheidsondersoeke kan die beïnvloeding van eksperimentele resultate deur toetsafnemers in twee kategorieë verdeel word:

(i) Doelbewuste beïnvloeding:

Laboratoriumondersoeke is by uitstek blootgestel aan doelbewuste beïnvloeding deur eksperimenteerders. Sodanige beïnvloeding, indien eties geregverdig, kan ook wetenskaplik aanvaarbaar wees indien die navorser hom nie laat lei deur voorafopgestelde idees ten opsigte van verlangde resultate nie. Veral die praktiese implikasies van navorsing ten opsigte van luidheid wat gemik is op internasionale standaardisering van verkreeë resultate, stel hoë eise aan die objektiwiteit van navorsers.

Alhoewel Isaac en Michael (1972) die stel van hipoteses in die beginstadium van eksperimentele ontwerp identifiseer, kan dit volgens Kintz et.al. (1965), aanleiding gee tot bevoordeling in beplanning. Die toelating en kontrole van eksperimentele veranderlikes moet dus die kern vorm van beplanning in eksperimentele navorsing ten opsigte van luidheid.

Volgens Festinger (1953) het die toetsafnemer ook 'n etiese verantwoordelikheid ten opsigte van die rapportering van alle resultate. Die weglating van navorsingsgegevens impliseer 'n doelbewuste manipuleringswaardeur die navorser sy eie teorie probeer bevestig. Indien navorsingsgegevens dus voor verwerking weggelaat word, moet die bevindinge bevraagteken word, tensy wetenskaplike geregtig en gerapporteer.

(ii) Nie-bewuste beïnvloeding:

Volgens Kelman (1967) en Rosenthal (1964) word toetslinge nie-bewustelik beïnvloed deur die houding en navorsingsinstelling van toetsafnemers. In die literatuur word hierdie subjektiewe beïnvloeding deur toetsafnemers in verskillende elemente ontleed:

(a) Die persoonlikheid van toetsafnemers:

Rosenthal et.al. (1969) bevind dat die persoonlikheid van die toetsafnemer sowel as die waarneming van toetslinge ten opsigte van sy persoonlikheid, die toetslinge beïnvloed. In die interkommunikasie wat noodwendig gedurende die verloop van eksperimentele toetssessies plaasvind tussen toetsling en toetsafnemer, kan die persoonlikheidseienskappe van die toetsafnemer dus die prestasie van toetslinge beïnvloed.

McGuigan (1960) vind byvoorbeeld dat toetslinge swakker presteer onder toesig van toetsafnemers met sterk neurotiese neigings. Voorsorg moet dus in eksperimentele navorsing getref word om die potensiële spanningsfaktor by toetsafnemers te verlig deur goedbeplande geskrewe instruksies.

Verder is dit wenslik om toetsafnemers te onderwerp aan persoonlikheidsvraelyste as kontrolemaatstaf vir afwykende resultate.

(b) Die ondervinding van toetsafnemers:

Brogden (1962) vind beduidende verskille tussen resultate verkry deur toetsafnemers met en sonder ondervinding. Vir die doeleindes van internasionale laboratoriumstudies is hierdie gevolgtrekking belangrik. Daar kan verwag word dat onervare toetsafnemers meer geneig sal wees om aannames te maak ten opsigte van die toetsling se begrip van die eksperiment, terwyl ervare toetsafnemers meer geduldig sal wees in die verduideliking van toetsprosedures aan toetslinge. Hierdie probleem kan oorkom word deur die samestelling van 'n kontrolevraelys baseer op die inhoud van geskrewe toetsinstruksies om te bepaal in watter mate toetslinge begrip toon van wat verwag word in eksperimentele toetssessies. (Sien Bylaag 5.)

(c) Die geslag van toetsafnemers:

Verskeie navorsers bevind dat toetslinge relatief beter presteer onder toesig van afnemers van die teenoorgestelde geslag (Stevenson en Allen, 1964), (Binder et.al., 1951), (Sarason en Minard, 1963). Hierdie geïdentifiseerde subjektiewe beïnvloedingsproses skep 'n behoefte aan opleiding vir toetsafnemers, waarin nie-emosionele betrokkenheid beklemtoon word. Afgesien van eksperimenteerderopleiding, word in die literatuur twee basiese metodes aangetoon vir die uitskakeling van geslag as beïnvloedingsfaktor op eksperimentele toetsresultate:

(i) Verskillende toetsafnemers:

McGuigan (1963) moedig die gebruik van meer as een toetsafnemer vir dieselfde eksperiment aan. As voorvereiste stel hy egter 'n deeglike eksperimentele ontwerp waarin toetsafnemers voorberei word in die hante-

ring van toetsomstandighede.

(ii) Formele instruksies:

Volgens Borstelmann (1961) het die geslag van toetsafnemers 'n geringer invloed op toetsresultate indien toetsafnemers gebruik maak van standaardtoetse of gekontroleerde semi-gestruktureerde situasies. Hierdie gevolgtrekking kan as algemene beginsel in luidheidsnavorsing aanvaar word. Die aard van navorsing op hierdie gebied is besonder geskik vir die ontwikkeling van standaard prosedures, vraelyste en toetsinstruksies wat 'n bydrae kan lewer tot eenvormigheid in resultate.

B. ALGEMENE ONTWERPBEGINSELS VAN LABORATORIUMSTUDIES

In die voorafgaande gedeeltes is die invloed van die eksperimenteerder op toetsresultate illustreer. Verskeie ander faktore wat belangrik is vir die ontwerp van laboratoriumeksperimente, word in die literatuur uiteengesit:

(i) Eksperimentele probleemstelling:

Volgens Festinger en Katz (1953) asook Freedman (1950) is probleemstelling in eksperimentele terme die eerste vereiste vir doeltreffende laboratoriumstudies. Vooraf definiëring van eksperimentele veranderlikes en meetfaktore is nodig vir die beplanning van eksperimente sodat die navorser 'n breë perspektief oor die onderhawige probleem kan verkry. Isaac en Michael (1972) ondersteun hierdie gedagte deur beklemtoning van 'n vooraf literatuurstudie, selfs voordat 'n poging tot definiëring van die navorsingsprobleem aangepak word. Juis wanneer menslike gedrag of reaksie die onderwerp van ondersoek is, vorm sodanige oriëntasie 'n noodsaaklike onderafdeling van navorsingsbeplanning.

(ii) Probleemafbakening:

Een van die belangrikste beperkings op eksperimentele navorsing is dat alle relevante invloede op menslike gedrag nie eenmalig in eksperimentele situasies ondersoek kan word nie. Navorsing, toegespits op menslike gedrag, vereis dus as tweede fase, 'n afbakening van die gebied van navorsing nadat breë probleemdefiniëring plaasgevind het. Alhoewel dit volgens Baker (1960) nie altyd moontlik is om alle beïnvloedingsfaktore behalwe die enkele faktor onder waarneming te isoleer nie, moet ter wille van sinvolle resultate, die aantal beïnvloedingsfaktore in eksperimentele navorsing tot 'n minimum beperk word. Doelgerigte beplanning van metodes waardeur ongewenste invloede gemeet of beheer kan word, is nodig om te voorkom dat eksperimentele resultate 'n skewe beeld van die werklikheid gee. In die geval van navorsing oor luidheid, is die toepassing van toetse of vraelyste wenslik om faktore soos die toetsafnemerinvloed en die houding van toetslinge te meet ten einde werklik verkreeë resultate te evalueer.

(iii) Isolering van gekose faktor(e) onder waarneming:

'n Verdere faktor in die beplanningsproses na afbakening van die probleem is die wetenskaplike beplanning van eksperimente rondom die spesifieke probleem wat ondersoek moet word. Volgens Corso (1967) het die keuse van die eksperimentele veranderlike(s) 'n fundamentele uitwerking op die statistiese metodes wat gebruik sal word vir verwerking van die uiteindelik verkreeë resultate. Elke waarneming van die veranderlike voorsien die navorser van 'n waarde van die veranderlike faktor. Hierdie waargenome waardes kan óf kwalitatief of kwantitatief wees, terwyl kwantitatiewe veranderlikes verder verdeel kan word in kontinuerende en diskrete veranderlikes. In die geval van luidheidsondersoeke word ge-

bruik gemaak van kontinuerende kwantitatiewe veranderlikes.

(iv) Fisiese laboratoriumuitleg:

Volledige rapportering oor die fisiese opset waarbinne laboratorium-eksperimente uitgevoer word, is belangrik veral om die volgende twee redes:

(a) Reeds voorheen is genoem dat wetenskaplike eerlikheid 'n etiese verantwoordelikheid is waaraan enige navorser moet voldoen. Rapportering van die fisiese opset versterk die geldigheid van resultate wat relatief tot 'n bepaalde fisiese omgewing interpreteer kan word.

(b) Vergelykende studies in die psigo-akoestiek kan slegs gedoen word deur duplisering van 'n bepaalde navorsingsprojek deur ander toetslinge te gebruik of indien 'n verbeterde fisiese uitleg voorgestel kan word as rede vir verskillende resultate verkry.

(v) Seleksie en hantering van proefpersone:

'n Hele aantal basiese beginsels moet in ag geneem word by die seleksie van toetslinge vir luidheidsnavorsing:

(a) Gehoor:

As gevolg van die basiese uitgangspunt van luidheidsnavorsing om 'n kriteriumskaal vir geraasbeoordeling te vind, is dit nodig om slegs toetslinge te gebruik met normale gehoor. Voordat toetslinge dus gekies word vir deelname is oudiometriese toetse 'n voorvereiste.

(b) Geslag en ras:

Volgens Underwood (1966), Andreas (1972) en Hetherington et.al. (1963) kan in eksperimentele studies beduidende verskille in resultate verkry word tussen manlik en vroulike toetslinge. As hierby in gedagte gehou word dat die geslag van toetsafnemers ook potensieel toetslinge beïnvloed, is dit 'n faktor wat in belangrikheid toeneem. Voorts vind

Sattler (1970) 'n duidelike verband tussen die ras van die toetsafnemer en toetslinge, wat die probleem verder kompliseer vir die doeleindes van 'n internasionale navorsingsprojek. Daar bestaan egter nie algemene ooreenstemming in die literatuur dat hierdie faktore wel beduidende verskille in toetsresultate tot gevolg het nie. So vind Leibowitz en Gwozdecki (1967) geen beduidende verskille tussen manlike en vroulike toetslinge onder eksperimentele toestande nie. Aan die ander kant bevind Teichner en Wehrkamp (1954) dat manlike toetslinge beduidend beter presteer as vroulike toetslinge. Vir die doeleindes van luidheidsnavorsing is dit dus wenslik om 'n gelyke aantal manlike en vroulike toetslinge te gebruik.

(c) Vrywillige deelneming:

Verskeie studies is reeds gedoen om te bepaal of beduidende verskille in resultate voorkom tussen toetslinge wat vrywillig deelneem aan eksperimentele navorsing en toetslinge wat gedwonge of deur betaling deelneem (Argyris, 1968), (Rosenthal en Rosnow, 1969), (Zwislocki et.al., 1958), (Friedman, 1967). Die algemene tendens wat uit hierdie studies na vore kom, is dat 'n definitiewe voorkeur aan vrywillige deelneming gegee moet word. Hierdeur word die navorser verseker van die regte emosionele instelling van toetslinge. Alhoewel daar dus nie algehele konsensus van opinie onder skrywers bestaan ten opsigte van hierdie faktor nie, is egter reeds resultate in eksperimentele navorsing verkry van nie-vrywillige deelnemers wat beduidend verskil van vrywillige deelnemers (De Jager, 1973).

(d) Claustrofobiese neigings:

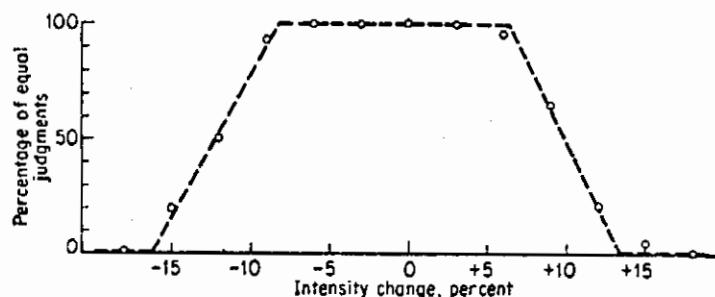
Vanuit die aard van luidheidsnavorsing in laboratoriumsituasies, is dit onvermydelik dat toetslinge in klein of enge lokale getoets moet word.

Dit is dus wenslik om enige potensiële toetsling wat ly aan claustrofobiese neigings, vooraf te elimineer. Veral omdat op hierdie gebied dikwels van klein monsters van toetslinge gebruik gemaak word weens die lang tydskuur wat toetse in beslag neem, kan resultate, verkry van toetslinge onder hoë sielkundige druk, 'n invloed uitoefen op die bevindings van navorsing. Afgesien van die eliminerings van toetslinge met claustrofobiese neigings, is dit ook as algemene beginsel belangrik om te voorkom dat 'n gevoel van isolasie by toetslinge ontstaan, deur voorsiening te maak vir:

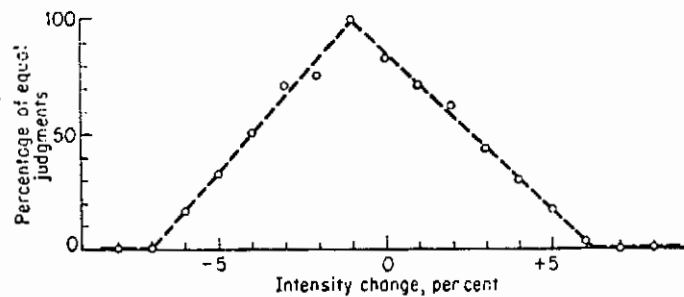
- (i) tweerigting kommunikasiemedia,
- (ii) televisie waarvan toetslinge bewus is,
- (iii) genoegsame ventilasie.

(e) Opgeleide en onopgeleide toetslinge:

Von Békésy (1960) postuleer dat toetslinge in luidheidsnavorsing vooraf opleiding moet ondergaan ten einde vaardigheid in oordeel aan te leer. Vir hierdie doel ontwikkel hy eksperimenteel 'n foutkurwe en toon aan dat aanvanklike foutvariasies in beoordeling uitgeskakel kan word deur opleiding van toetslinge. Figure 11 en 12 toon 'n grafiese uiteensetting van hierdie resultate.



Figuur 11. Verspreiding van beoordelings deur gedeeltelik opgeleide toetslinge. (Békésy, 1960, p.243)



Figuur 12. Verspreiding van beoordelings deur hoogs opgeleide toetslinge (Békésy, 1960, p.243)

Vir die doeleindes van eksperimentele navorsing oor luidheid kan die probleem van opgeleide teenoor onopgeleide toetslinge op drie maniere hanteer word:

(i) Toetsinstruksies en terugvoering:

Toetsinstruksies kan in geskrewe vorm aan toetslinge voorgelê word vir deeglike bestudering. Deur direk hierna 'n vraelys, baseer op die inhoud van die toetsinstruksies, te laat voltooi, kan vasgestel word of toetslinge deeglik begryp wat van hulle verwag word. Enige foutiewe antwoorde op die vraelys kan dan bespreek word deur die toetsafnemer. Hierdie benadering verminder sogenaamde onsekerheidsfoute wat dikwels by aanvang van eksperimentele toetssessies voorkom.

(ii) Voorlopige luidheidsbalanstoetse:

Voorlopige luidheidsbalanstoetse wat afgeneem word voor enige hoof-eksperiment, voorsien 'n heroriëntering van toetslinge tot die vereistes van die toets, sowel as onmiddellike opleiding wat werklike wetenskaplike inwinning van toetsresultate voorafgaan. Veral weens die aantal blootstellings en die tydverloop tussen toetssessies wat vereis word in eksperimentele navorsing, kan sodanige oriëntering en opleiding as algemene beginsel aanvaar word.

(iii) Toevallige volgorde van toetse:

Aangesien toetslinge in eksperimentele navorsing oor luidheid normaalweg 'n hele reeks toetse voltooi, sou verwag kan word dat toetslinge

gaandeweg meer vaardig word in luidheidsbeoordelings. Om dus te voorkom dat 'n oefeningseffek ontstaan wat resultate in 'n bepaalde rigting laat beweeg, is dit nodig om toetse in 'n toevallige volgorde aan verskillende toetslinge aan te bied.

(f) Spanning en drukuitoefening:

In 'n ondersoek na die invloed van negatiewe motivering op toetsprestasies vind De Jager (1973) geen beduidende verskille tussen positiewe en negatiewe motivering nie. Hierdie bevinding is in teenstelling met dié van Zwislocki, Maire et.al. (1958) en Swets en Sewall (1963). In die algemeen bestaan daar dus twyfel in die literatuur ten opsigte van hierdie beïnvloedingsfaktor.

Aangesien drukuitoefening egter reeds in navorsing identifiseer is as faktor wat resultate negatief kan beïnvloed, is dit as voorsorgmaatreël wenslik om drukuitoefening op toetslinge te vermy. Vir die doeleindes van luidheidsnavorsing moet toetsafnemers in instruksies bewus gemaak word van hierdie faktor.

(g) Tydskuur van eksperimentele toetssessies:

Die invloed van vermoeidheid en/of verveeldheid het 'n belangrike invloed op die bepaling van 'n optimum tydskuur van eksperimentele toetssessies. Alhoewel die aard van die toetsaktiwiteite ook 'n bepalende faktor op hierdie beginsel is, beveel Nunnally (1970) aan dat 'n maksimum perk op 40 minute gestel moet word.

(h) Tydstip waarop toetse afgeneem word:

In die aanvanklike beplanning van die huidige ondersoek is die moontlikheid om toetslinge op verskillende tye van die dag te toets, bevraagteken. Gevolglik is in die voorlopige ondersoek ingegaan op hierdie

faktor. Toetse is op twee verskillende tye van die dag afgeneem om te bepaal of daar beduidende verskille in resultate voorkom. De Jager (1973) kan egter geen beduidende resultate vind tussen die prestasies van toetslinge wat in die middag en in die aand getoets is nie. Aangesien die literatuur ook geen verdere lig werp op hierdie probleem nie, kan in die algemeen aanvaar word dat dit 'n onbelangrike faktor is, mits toetslinge nie by meer as twee geleenthede per dag deelneem aan luidheidseksperimente nie.

'n Algemene afleiding uit die voorafgaande gedeeltes is dat sekere voorsorgmaatreëls getref moet word in eksperimentele navorsing oor luidheid, om te voorkom dat bevindinge blootgestel word aan kritiek. Veral in 'n internasionale ondersoek wat sentraal organiseer word, moet hierdie beïnvloedingsfaktore die basis vorm van eksperimentele ontwerp om te voorkom dat enige enkele beïnvloedingsfaktor 'n kumulatiewe effek vanuit verskillende laboratoria op die totale monster van gegewens kan hê.

(vi) Vraelyste in psigo-akoestiese navorsing:

Volgens Tyler (1971) is die gebruik van vraelyste in navorsing belangrike hulpmiddels vir die inwin van informasie sowel as die kontrole van afwykende resultate. Die aard en samestelling van sodanige vraelyste bepaal egter in 'n groot mate die reaksie van toetslinge wat daarop verkry sal word (Anastasi, 1964), (Tiffin en McCormick, 1968). In die deurvoering van psigo-akoestiese navorsing kan vraelyste, indien wetenskaplik saamgestel, vir die volgende doeleindes gebruik word:

(a) Terugvoering:

Interkommunikasie tussen toetsafnemer en toetsling is volgens Kelman (1967) noodsaaklik vir die regte instelling van toetslinge. Terugvoering

of kennis van resultate word ook in die literatuur aanvaar as bydraende funksie van verhoogde motivering van toetslinge (Ammons, 1956), (Bourne, 1957), (Underwood, 1966).

Ten einde die effektiwiteit van geskrewe kommunikasie-oordrag na te gaan, kan vraelyste toegepas word waardeur vasgestel kan word of toetslinge volledig insig het in wat van hulle verwag word.

(b) Kontrole van afwykende resultate:

Verskeie skrywers erken dat die ingesteldheid of houdings van toetslinge 'n invloed het op toetsresultate (Rosenberg, 1965), (Orne, 1962), (Stricker, 1967). Ten spyte van doeltreffende seleksie van toetslinge en deeglike beplande instruksies, is dit in belang van wetenskaplike navorsing om die houding van toetslinge ten opsigte van 'n bepaalde navorsingsprojek na te gaan. Sodanige houdingsopname voorsien aan die navorsers 'n rasonale kontrole van resultate wat vër afwyk van ander. Kritiek word dikwels uitgespreek teen gegewens wat uitgelaat word by die uiteindelijke verwerking van eksperimentele data (Sidman, 1960), (Sidowski, 1966), (Chapanis, 1959).

Sidowski (1966, p.21) waarsku teen weglating van toetsresultate, maar stel tog 'n aantal kriteria wat eliminering van bepaalde gegewens toelaat, naamlik:

(i) Onverwagte wanfunksionering van toerusting:

In luidheidsnavorsing is die korrekte funksionering van toerusting belangrik. Gevolglik is dit nodig dat voortdurende kontrole uitgeoefen word op die konstantheid van stimulusweergawe. As voorvereiste moet toerusting voor en na elke toetssessie kalibreer word en resultate daarvan aangeteken word. Hierdeur kan enige afwykende resultate nagespoor en teruggevoer word na die bron van oorsaak.

(ii) Eksperimenteerder fout:

Foute deur verkeerde skakelaars op toerusting aan te skakel, verkeerde stimuli op bepaalde momente te gee ensovoorts, dien as geldige rede vir weglating van resultate. Indien egter gebruik gemaak word van 'n psigofisiese meetmetode waarin 'n groot aantal herhalings van prikkels gedurende 'n bepaalde toetsessie voorkom, is dit moontlik om geringe foute gedurende 'n toetsessie reg te stel.

(iii) Ekstreme resultate:

Indien resultate van bepaalde toetslinge vër afwyk van die res van die groep onder waarneming, word weglating van resultate toegelaat. Juis omdat Sidowski (1966) van mening is dat dit dikwels moeilik is om 'n regverdiging vir sodanige weglating te vind, is vir die huidige projek hierdie probleem op die volgende wyse hanteer:

In 'n internasionale projek waar 'n groot aantal gegewens beskikbaar raak, sou verwag kan word dat individuele afwykende gevalle nie 'n groot invloed sal uitoefen op die globale monster nie. In die beplanning van die projek is egter ook voorsiening gemaak vir sub-verwerking van gegewens per individuele laboratorium. In hierdie geval waar 'n kleiner monster van gegewens ter sprake is, sal enkele ekstreme afwykings wel die uiteindelijke resultaat van gegewens beïnvloed. 'n Houdingsvraelys is dus saamgestel om 'n beeld te bekom van die algemene ingesteldheid van elke toetsling wat deelneem aan die projek. (Sien Bylaag 5) Regverdiging vir weglating van gegewens kan sodanig verkry word deur wetenskaplike rapportering van werklike negatiewe houdings van toetslinge.

(iv) Ongehoorsame toetslinge:

Hierdie kategorie sluit oneerlike toetslinge in wat toetsinstruksies om persoonlike redes nie navolg nie. Gewoonlik gaan hierdie probleem

gepaard met tyd, naamlik dat toetslinge poog om die toets vinniger af te lê deur raaiwerk. In luidheidsnavorsing word die eksperiment sodanig ontwerp dat raaiwerk aan die kant van toetslinge slegs aanleiding kan gee tot verlenging van die eksperimentele sessie. Deur die aantal herhalings van prikkels, word hierdie faktor vinnig en effektief opgespoor sodat dit elimineer kan word.

Van genoemde aanvaarbare redes vir weglating van gegewens is veral die waninterpretasies deur toetslinge, afwykende resultate en ongehoorsame toetslinge van bedekte aard. Sonder die spesifieke ontwikkeling van vraelyste vir die meting van hierdie faktore, kan dit nie op wetenskaplike grondslag isoleer word nie.

(vii) Kulturele agtergrond van toetslinge:

Internasionale standaardisasie baseer op navorsing van 'n klein monster onder 'n bepaalde kultuurgroep word in hierdie ondersoek bevraagteken. Sarason en Minard (1963) vind byvoorbeeld verskillende resultate onder toetslinge van 'n ander kulturele agtergrond. Indien hierdie bevindinge gesteun word deur die huidige ondersoek, sal dit 'n stremming plaas op individuele navorsingsprojekte wat vir internasionale standaardisasiedoeleindes aangebied word. Die resultate van die huidige ondersoek sal dus gebruik word om die prestasies van die onderskeie kultuurgroepe met mekaar te vergelyk.

(viii) Woordbetekenis:

Die keuse van woorde by die samestelling van toetsinstruksies kan 'n invloed uitoefen op die resultate van eksperimentele navorsing (Chapanis, 1959), (Krantz en Campbell, 1961). Veral in die psigo-akoestiek kan begrippe soos hardheid, luidheid, raserigheid, steuring, hindernisse enso-

voorts, dikwels verwarring skep by toetslinge. Toetsinstruksies moet dus nie alleen in die moedertaal van die toetsling aangebied word nie, maar ook verwarrende begrippe duidelik definieer.

Die literatuuroorsig van eksperimentele ontwerpbeginsele en faktore wat luidheidsnavorsing beïnvloed, soos in hierdie hoofstuk uiteengesit, dien as basis vir die eksperimentele ontwerp van die huidige ondersoek wat volg in Hoofstuk IV.

BRONNELYS

1. Ammons, R.B.: Effects of knowledge of performance. A survey and tentative theoretical formulation. Journal of General Psychology, 1956, 54, 279-299.
2. Anastasi, A.: Psychological Testing. MacMillan Company, New York, 1963.
3. Anastasi, A.: Fields of Applied Psychology. McGraw-Hill, New York, 1964.
4. Andreas, B.G.: Experimental Psychology. John Wiley, New York, 1972.
5. Argyris, C.: Some unintended consequences of rigorous research. Psychological Bulletin, 1968, 10, 185-197, pp.185-197.
6. Bachrach, A.J.: Psychological Research: An Introduction. Random House, New York, 1965.
7. Badia, P.; Haber, A.; Runyon, R.P.: Research Problems in Psychology. Addison-Wesley, London, 1970.
8. Baker, L.M.: General Experimental Psychology. Oxford University Press, New York, 1960.
9. Barber, T.X.; Silver, M.J.: Fact, fiction and the experimenter bias effect. Psychological Bulletin Monograph, 1968, 70(6).
10. Bartley, S.H.: Beginning Experimental Psychology. McGraw-Hill, New York, 1950.

11. Binder, A.; McConnell, D.; Sjöholm, N.A.: Verbal conditioning as a function of experimenter characteristics. Journal of Abnormal and Social Psychology, 1957, 55, 309-314.
12. Borstelmann, L.J.: Sex of experimenter and sextyped behavior of young children. Child Development, 1961, 32, 519-524.
13. Bourne, L.E. Jr.: Effects of delay of information feedback and task complexity on the identification of concepts. Journal of experimental Psychology, 1957, 54, 201-207.
14. Brogden, W.J.: The experimenter as a factor in animal conditioning. Psychological Reports, 1962, 11, 239-242.
15. Brunswik, E.: Perception and the Representative Design of Psychological Experiments, University of California Press, Los Angeles, 1956.
16. Chapanis, A.: Research Techniques in Human Engineering. John Hopkins Press, Baltimore, 1959.
17. Corso, J.F.: The Experimenter Psychology of Sensory Behavior. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1967.
18. Cox, D.R.: Planning of Experiments, New York, Wiley, 1958.
19. De Jager, L.C.: An Investigation of the Psychological Factors Determining the Magnitude of Auditory Sensation. M.Comm.-thesis, Stellenbosch, 1973.
20. Edwards, A.L.: Experimental Design in Psychological Research. Rinehart and Company, New York, 1950.

21. Ferguson, G.A.: Statistical Analysis in Psychology and Education. McGraw-Hill, New York, 1971.
22. Festinger, L.; Katz, D.: Research Methods in the Behavioral Sciences. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1953.
23. Freedman, P.: The Principles of Scientific Research. Washington public affairs Press, New York, 1950.
24. Friedman, N.: The Social Nature of Psychological Research. Basic Books inc., New York, 1967.
25. Grice, G.R.; Hunter, J.J.: Stimulus intensity effects depend upon the type of experimental design. Psychological Review, 1964, 71, 247-256.
26. Hetherington, M.; Ross, L.E.: Effect of sex of subjects, sex of experimenter, and reinforcement condition on serial verbal learning. Journal of Experimental Psychology, 1963, 65, 512-575.
27. Isaac, S., Michael, W.B.: Handbook in Research and Evaluation. Robert R. Knapp, San Diego, California, 1972.
28. Kanfer, F.H.: Verbal conditioning: Reinforcement schedules and experimenter influence. Psychological Reports, 1958, 4, 443-452.
29. Kelman, H.C.: Human uses of human subjects; the problem of deception in social psychological experiments. Psychological Bulletin, 1967, 67, 1-11.

30. Kintz, B.L.; Delprato, D.J.; Mettee, D.R.; Persons, C.E.; Schappe, R.H.:
The experimenter effect. Psychological Bulletin, 1965, 63,
223-232.
31. Kirk, R.E.: Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences.
Cole Publishing Company, Belmont California, 1969.
32. Kling, J.W.; Riggs, L.A.: Experimental Psychology. Methuen & Co. Ltd.,
London, 1972.
33. Krantz, D.L.; Campbell, D.T.: Separating perceptual and linguistic
effects of context shifts upon absolute judgements. Journal
of Experimental Psychology, 1961, 62, 35-42.
34. Leibowitz, H.W.; Gwozdecki: The magnitude of the Poggendorff illusion
as a function of age. Child Development, 1967, 38, 573-580.
35. Lindquist, E.F.: Design and Analysis of Experiments in Psychology
and Education. Houghton-Mifflin, Boston, 1953.
36. Lyons, J.: A Primer of Experimental Psychology, Harper and Row, New
York, 1965.
37. McGuigan, F.J.: Variation of whole-part methods of learning. Journal
of Educational Psychology, 1960, 51, 213-216.
38. McGuigan, F.J.: Experimenter: A neglected stimulus object. Psycholo-
gical Bulletin, 1963, 60, 421-428.
39. Millon, T.; Diesonhaus, H.I.: Research Methods in Psychopathology,
John Wiley, New York, 1972.

40. Neale, J.M.; Liebert, R.M.: Science and Behavior: An Introduction to Methods of Research. Prentice-Hall, London, 1973.
41. Nunnally, J.C. (Jr.): Introduction to Psychological Measurement. McGraw-Hill, New York, 1970.
42. Oppenheim, A.N.: Questionnaire Design and Attitude Measurement. Basic Books inc., New York, 1966.
43. Orne, M.T.: On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications. American Psychologist, 1962, 17, 776-783.
44. Robson, C.: Experiment, Design and Statistics in Psychology. Penguin Education, 1973.
45. Rosenberg, M.J.: When dissonance fails: On eliminating evaluation apprehension from attitude measurement. Journal of Personality and Social Psychology, 1965, 1, 268-283.
46. Rosenthal, R.; Fode, K.L.: Three experiments in experimenter bias. Psychological Reports, 1963, 12, 491-511.
47. Rosenthal, R.: Experimenter outcome-orientation and the results of the psychology experiment. Psychological Bulletin, 1964, 61, 405-444.
48. Rosenthal, R.: Experimenter expectancy and the reassuring nature of the null hypothesis decision procedure. Psychological Bulletin Monograph, 1968, 70(6), 30-47.
49. Rosenthal, R.; Rosnow, R.L.: Artifacts in Behavioral Research, Academic Press, New York, 1969.

50. Sarason, I.G.; Minard, J.: Interrelationships among subjects, experimenters and situational variables. Journal of Abnormal and Social Psychology, 1963, 67, 87-91.
51. Sattler, J.M.: Racial experimenter effects in experimentation, testing, interviewing, and psychoterapy. Psychological Bulletin, 1970, 73, 137-160.
52. Schultz, D.P.: The human subject in psychological research. Psychological Bulletin, 1969, 72, 214-228.
53. Sidman, M.: Tactics of Scientific Research, Basic Books, New York, 1960.
54. Sidowski, J.B.: Experimental Methods and Instrumentation in Psychology, McGraw-Hill, New York, 1966
55. Stevenson, I.G.; Minard, J.: Adult performance as a function of sex of experimenter and sex of subject. Journal of Abnormal and Social Psychology, 1964, 68, 214-216.
56. Stricker, L.J.: The true deceiver. Psychological Bulletin, 1967, 68, 13-20.
57. Swets, J.A.; Sewall, S.T.: Invariance of signal detectability over stages of practice and levels of motivation. Journal of Experimental Psychology, 1963, 66(2), 120-126.
58. Teichner, W.H.; Wehrkamp, R.F.: Visual-motor performance as a function of short-duration ambient temperature. Journal of Experimental Psychology, 1954, 47, 447-450.

59. Tiffin, J.; McCormick, E.J.: Industrial Psychology. George Allen and Unwin Ltd., London, 1968.
60. Thurstone, L.L.: Psychophysical analysis. American Journal of Psychology, 1927, 38, 368-389.
61. Tyler, L.E.: Tests and Measurements, Prentice Hall, New Jersey, 1971.
62. Underwood, B.J.: Experimental Psychology, Appleton-Century-Crofts, New York, 1966.
63. Wilson, E.B.: An Introduction to Scientific Research. McGraw-Hill, New York, 1952.
64. Zwislocki, J.; Maire, F.; Feldman, A.S.; Rubin, H.: On the effect of practice and motivation on the threshold of audibility. Journal of the Acoustical Society of America, 1958, 30(4), 254-262.

HOOFSTUK IV

EKSPERIMENTELE ONTWERP VAN DIE INTERNASIONALE ONDERSOEK OOR DIE WAARNEMING VAN LUIDHEID

A. DIE VOORLOPIGE ONDERSOEK

Nadat die literatuurstudie oor luidheid en eksperimentele ontwerp afgehandel is, is besluit om 'n voorlopige ondersoek te doen vir die spesifieke doeleindes van die huidige projek ten einde:

- (a) die organiseerders te oriënteer ten opsigte van die veld van navorsing en eksperimentele ontwerp;
- (b) sielkundige beïnvloedingsprosesse te identifiseer wat toetsresultate van internasionale luidheidsnavorsing kan beïnvloed.

Hierdie voorlopige ondersoek is deur De Jager (1973) gedoen. Vir die doeleindes van die huidige ondersoek is dit nodig om die doelstellings, metode en bevindings van genoemde skrywer te vermeld:

(i) Doelstellings van die voorlopige ondersoek:

Om vas te stel:

- (a) Die invloed van negatiewe motivering en spanning op die waargenome luidheidsspeile van sekere klanke, soos uiteengesit in Tabel 3.
- (b) Die moontlike invloed van die oefeningseffek op die waargenome luidheid van gespesifiseerde klanke.
- (c) Die invloed van die tyd van die dag waarop toetse afgeneem word op waargenome luidheidsspeile.
- (d) Die invloed van tyd-volgorde-fout op waargenome luidheidsspeile.
- (e) Die invloed van tydsduur van klanke op waargenome luidheid.
- (f) Die invloed van suiwertone en noubandgeruis op waargenome luidheid.

(ii) Metode van die voorlopige ondersoek:

Ten einde bogenoemde doelstellings te ondersoek, is genoemde navorser voorsien van 'n reeks toetsbande wat in Tabela 2 en 3 uiteengesit word.

Voor elke toetssessie is die toetstoerusting kalibreer deur middel van die kalibrasieband (Tabel 2) om te verseker dat die luidheidsweergawe van toerusting konstant bly vir die duur van alle toetssessies in die voorlopige ondersoek. Die metode van konstante prikkel (reeds verduidelik in Hoofstuk II) is hierna gebruik saam met een van die toetsbande (Tabel 3) om gelyke luidheidswaardes van toetslinge te verkry. De Jager (1973) selekteer 20 toetslinge wat elk onderwerp word aan 7 toetssessies en baseer sy bevindinge dus op 140 toetse.

(iii) Bevindinge:

(a) De Jager (1973) vind geen beduidende verskil tussen positiewe en negatiewe motivering van toetslinge nie, maar beveel aan dat hierdie invloed op groter skaal ondersoek moet word.

(b) 'n Oefeningseffek word vir lae frekwensies identifiseer. As in ag geneem word dat die voorlopige ondersoek baseer is op 'n relatiewe klein monster van gegewens, is dit dus wenslik dat toetsklanke op 'n toevallige volgorde aangebied word in ondersoeke van hierdie aard.

(c) Geen beduidende verskille tussen gelyke luidheidswaardes, wat op verskillende tye van die dag afgeneem is, word gevind nie.

(d) Genoemde navorser vind geen invloed van die tyd-volgorde-fout op die waargenome luidheidspeil van toetslinge nie.

(e) Beduidende verskille word rapporteer oor die invloed van tydsduur van klanke op waargenome luidheid. Aangesien luidheidsnavorsing in die literatuur oor die algemeen gebruik maak van 'n 1 sekonde tydsduur van toets-

TABEL 2

Kalibrasieband (Band 1)

Klankseine op Baan 1	Klankseine op Baan 2	Stilte in sekondes	Tydsduur van die sein in sekondes
1000 Hz suiwertoon	-	-	60
-	-	5	-
-	1000 Hz suiwertoon	-	60
-	-	5	-
1000 Hz oktaafgeruis	-	-	60
-	-	5	-
-	$\frac{1}{3}$ 1000 Hz oktaafgeruis	-	60
-	-	5	-
-	$\frac{1}{3}$ 500 Hz oktaafgeruis	-	60
-	-	5	-
-	$\frac{1}{3}$ 1000 Hz oktaafgeruis	-	-
-	-	5	-
-	$\frac{1}{3}$ 2000 Hz oktaafgeruis	-	60
-	-	5	-
-	$\frac{1}{3}$ 4000 Hz oktaafgeruis	-	-
-	-	5	-
5000 Hz suiwertoon	5000 Hz suiwertoon	-	60

TABEL 3

Verwysingseine en Klankseine op Eksperimentele Toetsbande

Band no.	Verwysingsein	Klankseine
2	1000 Hz suiwertoen	500 Hz suiwertoen 2000 Hz suiwertoen 4000 Hz suiwertoen
3	1000 Hz $1/3$ oktaafgeruis	500 Hz $1/3$ oktaafgeruis 2000 Hz $1/3$ oktaafgeruis 4000 Hz $1/3$ oktaafgeruis
4	1000 Hz $1/3$ oktaafgeruis	500 Hz suiwertoen 1000 Hz suiwertoen 4000 Hz suiwertoen
* 5	1000 Hz $1/3$ oktaafgeruis	500 Hz suiwertoen 1000 Hz suiwertoen 4000 Hz suiwertoen
6	1000 Hz $1/3$ oktaafgeruis	1000 Hz $1/3$ oktaafgeruis 4000 Hz $1/3$ oktaafgeruis 250 Hz $1/3$ oktaafgeruis

* In die geval van band 5 kom die verwysingsklank na die klanksein voor.

klanke, word 'n 1 sekonde tydsduur van toetsklanke ook gebruik vir die evaluering van die 18 bestaande gestandaardiseerde meetmetodes vir die waarneming van luidheid.

(f) Geen beduidende verskille tussen die waargenome luidheid van suiwer-

klanke en noubandgeruis is gevind nie. In die huidige ondersoek sal dus direkte vergelykings getref kan word tussen die waargenome luidheid van suiwerklanke en komplekse klanke.

As finale bevinding beklemtoon De Jager (1973) dat die voorlopige ondersoek deurgaans 'n klankdrukpeil van 75 dB re 20 μ Pa gebruik en beveel aan dat die sielkundige beïnvloedingsprosesse ook ondersoek word teen klankdrukpeile van 55 dB en 95 dB. Hierdie aanbeveling is vir die doeleindes van die huidige ondersoek implementeer.

B. DIE HUIDIGE ONDERSOEK

Na die voorlopige ondersoek is voortgegaan met die beplanning van die huidige ondersoek waarin die ontwerp van 'n eenvormige laboratorium-uitleg as eerste voorvereiste vir die projek gestel is. Die organiseerders van die huidige projek het egter besef dat die onderskeie toetsafnemers in verskillende lande bestaande fasiliteite en meettoerusting sou gebruik wat onderling van mekaar verskil. Hierdie probleem is soos volg benader: Eerstens is 'n dokument saamgestel waarin alle besonderhede aangevra is ten opsigte van laboratoriumuitleg en meettoerusting. (Sien Bylaag 6.) Hierdeur kan organiseerders, ten spyte van lang afstande, 'n duidelike beeld bekom van die gehalte van toerusting en laboratorium-uitleg wat deur die onderskeie laboratoria gebruik is. Tweedens is 'n reeks vereistes saamgestel waaraan alle laboratoria moes voldoen:

(i) Vereistes ten opsigte van die toetslokaal:

Alhoewel die grootte van die toetslokaal weens bogenoemde probleem nie spesifiseer kon word nie, is vereis dat die toetslokaal akoesties behandel moet wees om dit klankabsorberend te maak. 'n Volledige sketsplan van die toetslokaal is ook verskaf deur toetsafnemers. (Sien Bylaag

6, p.296)

(a) Ventilasiesisteem:

'n Doeltreffende ventilasiesisteem waardeur voldoende vars lug aan toetslinge gedurende die afneem van toetse voorsien kan word, is vereis.

Eksperimentele sessies is beplan om 'n maksimum tyd van 35 minute te duur sodat resultate nie teen die einde van 'n bepaalde sessie beïnvloed kan word deur 'n gebrek aan suurstof in die klein ruimte van toetslokale nie. Met sodanige ventilasiesisteem aangeskakel, mag die agtergrondgeraas in die afwesigheid van 'n werklike toetsklank, nie 40 dB(A) oorskry nie.

(b) Interne voorkoms:

Ten opsigte van die interne voorkoms van die toetslokaal, is vereis dat geen reëlmatige patroon (soos byvoorbeeld geperforeerde hout) in die visuele veld van toetslinge mag voorkom nie. Hierdeur word voorkom dat 'n hipnotiese effek of 'n gevoel van lomerigheid veroorsaak kan word deur die toetsomgewing. Soortgelyk moes 'n gemakstoel, wat nie alleen klank-absorberend is nie, maar wat nie lomerigheid stimuleer nie, gebruik word.

(c) Luidspreker(s):

Luidsprekers moes sodanig geplaas word dat die kop van 'n toetsling op die as van die luidspreker geplaas is, nie nader as een meter voor die luidspreker nie.

(d) Waarneming en kommunikasie:

Waarneming van toetslinge moet plaasvind deur middel van eenrigting-glas of geslotebaantelevisie. Toetsafnemers self mag egter onder geen omstandighede in die gesigsveld van toetslinge wees nie. Hierdeur word voorkom dat die aandag van toetslinge afgetrek word deur eksterne faktore. Voorsiening is ook gemaak vir 'n interkommunikasiestelsel waardeur die

toetsling met die waarnemer in verbinding kan tree sonder die hantering van enige skakelaars.

C. TOETSKLANKE

'n Totaal van 48 toetsklanke wat in drie kategorieë verdeel is ten opsigte van verwysingspeile (55 dB, 75 dB, 95 dB) word in die huidige ondersoek gebruik. In elke toetssessie word die gelyke luidheid van 3 toetsklanke vasgestel sodat die volledige eksperimentele ondersoek uit 16 toetssessies bestaan. Die definisie van terminologieë wat in onderstaande uiteensetting van die 16 toetssessies gebruik word, is uiteengesit in Bylaag 5, p.244.

(i) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme:

In hierdie stel van 4 toetse is 'n verteenwoordigende reeks frekwensies van die menslike gehoorspektrum selekteer. Die volgende toetse met hul onderskeie verwysingspeile is vir hierdie doel saamgestel:

- (a) 500 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (b) 125 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
2000 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
8000 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (c) 500 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
- (d) 500 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)
2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)
4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)

(ii) Maskering en intermaskering:

Die volgende 11 toetse is saamgestel met die doel om die invloed van maskering en intermaskering van klanke op gelyke luidheidswaarneming vas te stel:

(a) Maskering

HHH	(75 dB verwysingspeil)
LLH	(75 dB verwysingspeil)
LHL	(75 dB verwysingspeil)

(b) Maskering

HLL	(75 dB verwysingspeil)
HLH	(75 dB verwysingspeil)
1000 Hz suiwertoen	(75 dB verwysingspeil)

(c) Maskering

125, 1000, 4000 Hz	
$\frac{1}{3}$ oktaaf	(75 dB verwysingspeil)
400, 800, 2000 Hz	
$\frac{1}{3}$ oktaaf	(75 dB verwysingspeil)
250, 630, 1600, 3150 Hz	
$\frac{1}{3}$ oktaaf	(75 dB verwysingspeil)

(d) Intermaskering

HHH + 500 Hz suiwertoen	
(15 dB)	(75 dB verwysingspeil)
HHH + 2000 Hz suiwertoen	
(15 dB)	(75 dB verwysingspeil)

(e) Intermaskering

HHH + 500 Hz suiwertoon
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)

HHH + 4000 Hz suiwertoon
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)

(f) Intermaskering

HHH + 500 + 2000 Hz suiwertone
(15 dB) (75 dB verwysingspeil)

HHH + 500 + 4000 Hz suiwertone
(15 dB) (75 dB verwysingspeil)

(g) Intermaskering

HHH + 500 + 2000 Hz suiwertone
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)

HHH + 500 + 4000 Hz suiwertone
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)

HHH + 500 + 1250 Hz suiwertone
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)

(h) Maskering

125, 1000, 4000 Hz
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)

400, 800, 2000 Hz
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)

250, 630, 1600, 3150 Hz
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)

(i) Intermaskering

HHH + 500 Hz suiwertoon
(15 dB) (55 dB verwysingspeil)

HHH + 2000 Hz suiwertoon
(15 dB) (55 dB verwysingspeil)

HHH + 4000 Hz suiwertoon
(15 dB) (55 dB verwysingspeil)

(j) Maskering

125, 1000, 4000 Hz

 $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)

400, 800, 2000 Hz

 $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)

250, 630, 1600, 3150 Hz

 $\frac{1}{3}$ oktaaf (95 dB verwysingspeil)(k) Intermaskering

HHH + 500 Hz suiwertoen

(15 dB) (95 dB verwysingspeil)

HHH + 2000 Hz suiwertoen

(15 dB) (95 dB verwysingspeil)

HHH + 4000 Hz suiwertoen

(15 dB) (95 dB verwysingspeil)

(iii) Variasie:

Slegs 'n enkele toets is saamgestel om die invloed van variërende klanke op luidheidsbepalings te bepaal, naamlik:

Eksponeensiële HHH (75 dB verwysingspeil)

Liniêre HHH (75 dB verwysingspeil)

Variërende HHH (75 dB verwysingspeil)

Bogenoemde toetsklanke is op band vasgelê en voorsien aan elke deelnemende laboratorium

D. INSTRUKSIES AAN TOETSAFNEMERS

Juis omdat die literatuur soos in Hoofstuk III uiteengesit, 'n sterk beïnvloeding van eksperimenteerders op toetsresultate beklemtoon, is besonder aandag gegee aan die samestelling van die toetsinstruksies vir

toetsafnemers. (Bylaag 5, p.237) Die volgende aspekte is in aanmerking geneem by die samestelling daarvan:

(i) Bekendstelling van die toetsafnemerinvloed:

Aangesien die meerderheid van toetsafnemers nie beskik oor Bedryfsielkundige agtergrond nie, is veral die nie-bewuste beïnvloeding van toetsafnemers op toetsresultate beskou as potensiële gevaar vir die eksperimentele navorsing. In die inleiding van toetsinstruksies aan waarnemers, val die klem op 'n bewusmaking by die toetsafnemer dat resultate grootliks deur sy/haar benadering tot toetslinge beïnvloed sal word.

(ii) Instelling teenoor sielkundige beïnvloedingsfaktore:

Met die uitgangspunt van die menslike gehoormeganisme as suiwer meetinstrument, is dit nodig om die emosionele assosiasie van toetslinge teenoor sekere klanke sover moontlik te elimineer. Weer eens kan die toetsafnemer met sy/haar benadering tot toetslinge bydra tot 'n atmosfeer van objektiwiteit. Spesifieke vereistes word in die instruksies hiervoor gestel deur die beginsels van terugvoering en motivering van toetsafnemers gedurende eksperimentele toetssessies:

(a) Terugvoering:

Die voorlopige ondersoek (De Jager, 1973) het aangetoon dat toetslinge by die bepaling van luidheid, 'n behoefte ondervind aan kennis van resultate. Toetslinge word ook daarop ingestel dat prestasie gedurende toetssessies die maatstaf van sukses vir die ondersoek is. Om hierdie rede is nie alleen die interkommunikasiestelsel ingevoer by die laboratoriumopset nie, maar word toetsafnemers ook in die toetsinstruksies ingelig ten opsigte van die wyse waarop terugvoering gedoen moet word. Alhoewel die frekwensie van terugvoering oorgelaat is aan die oordeel

van die toetsafnemers, is hulle gewaarsku teen oormatige terugvoering wat verveeldheid by toetslinge kan veroorsaak. Toetslinge mag onder geen omstandighede kritiseer word vir swak prestasie nie weens die moontlike ontstaan van spanning gedurende toetssessies.

(b) Motivering van toetsafnemers:

Die afneem van toetse binne die raamwerk van die huidige projek stel hoë fisiese en geestelike eise aan toetsafnemers. Weens die hoë aantal vereiste toetssessies, sowel as die tydsduur van elke eksperimentele toets, sal toetsafnemers vermoeid en/of verveeld raak. Die projektering van sodanige gevoel op toetslinge kan die waarneming van luidheid deur toetslinge beïnvloed. In die toetsinstruksies word dus beklemtoon dat eie gevoelens inhibeer moet word ten einde die regte instelling by toetslinge te kweek ten opsigte van die navorsingsprojek.

E. INSTRUKSIES AAN TOETSLINGE

Verskeie faktore verdien pertinente aandag by die samestelling van toetsinstruksies aan toetslinge vir die doeleindes van die huidige projek:

(i) Woordbetekenis:

Die huidige ondersoek word toegepas in verskillende lande onder verskillende taalgroepe. Die woordkeuse by die samestelling van instruksies is dus 'n belangrike faktor wat kan bydra tot die voorkoming van waninterpretasies en gevolglike swak prestasie deur toetslinge. Toetsinstruksies aan toetslinge is dus saamgestel deur eenvoudige taalgebruik, waar woorde met verskillende interpretasies vermy is. (Sien Bylaag 5, p. 251).

Toetsafnemers het opdrag ontvang om die toetsinstruksies aan toetslinge te laat vertaal in die moedertaal van die betrokke toetslinge. Hierin skuil egter die gevaar dat die vertaalde weergawe sou verskil van die oorspronklike weergawe soos beskikbaar gestel aan alle toetsafnemers. Om hierdie probleem te oorkom, het toetsafnemers verder opdrag ontvang om die vertaalde weergawe van die instruksies deur 'n ander onafhanklike vertaler, terug te laat vertaal in Engels, en hierdie weergawe terug te besorg aan die organiseerders van die projek. Hierdeur is dit moontlik om enige afwykings van die oorspronklike toetsinstruksies na te gaan en te kontroleer.

(ii) Stemintonasie:

Reeds onder die behandeling van die toetsinstruksies aan toetsafnemers is melding gemaak van 'n verwagte vermoeidheids- en verveeldheids-effek op toetsafnemers. Met die doelstelling van 'n konstante vooraf-instelling by toetslinge is vereis dat toetsafnemers nie die toetsinstruksies verbaal mag oordra aan toetslinge nie. Elke toetsling ontvang dus die toetsinstruksies geskrewe in sy eie moedertaal. Hierdeur word die effek van stemintonasie, wat sielkundige ingesteldheid mag projekteer, sowel as wisseling in gevoel van entoesiasme by toetsafnemers, uitgeskakel.

(iii) Die verstaan van toetsinstruksies deur toetslinge:

Dit is nodig dat toetslinge vooraf deur instruksies duidelikheid het van wat verwag word gedurende toetssessies, aangesien wanbegrip nie in die loop van 'n toetssessie reggestel kan word nie. Ten einde vooraf te bepaal of toetslinge deeglik begryp wat die toetse inhoud, is 'n kontrole-vraelys ontwerp wat baseer is op die inhoud van die toetsinstruksies aan toetslinge. (Sien Bylaag 5, p.255)

F. DIE HOUDINGSVRAELYS AAN TOETSLINGE(i) Doelstellings van die vraelys:

Die vraelys, aangetoon in Bylaag 5, word slegs voltooi nadat 'n betrokke toetsling sy/haar laaste toetssessie voltooi het en word vir die volgende doeleindes aangewend:

(a) Die kontrole van waarnemersinvloede:

In die voorafgaande hoofstukke kom die invloed van toetsafnemers op toetsresultate telkemale na vore. Hierdie vraelys sluit sekere items in om te bepaal of die toetsafnemer nie ten spyte van alle voorsorgmaatreëls en instruksies, nogtans 'n negatiewe invloed uitoefen op toetslinge gedurende die eksperimentele navorsing nie. Hierdie items word in Tabel 4 aangetoon.

TABEL 4Items vir die Kontrole van Waarnemingsinvloede

Vraelys Item no.	Item
2	Mate van vermoeidheid
4	Gemak gedurende toetssessies
8	Mate van verveeldheid
9	Onderskeidingsvermoë
10	Houding t.o.v. terugvoering
12	Aandag afgetrek
14	Geforseerde deelname
15	Spanning gedurende sessies
17	Vrees vir swak prestasie
18	Houding t.o.v. waarneming deur toetsafnemer
19	Eerste vs. laaste toetssessie
20	Gevoel van bedruktheid

Bogenoemde items word vir interpretasiedoeleindes verder onderverdeel in die volgende kategorieë:

- (i) Geforseerde deelname (Item 14).
- (ii) Spanning en vermoeidheid ondervind (Items 2, 4, 8, 9, 15, 17).
- (iii) Houding teenoor toetsafnemer (Items 10 en 18).
- (iv) Aandag afgetrek deur buitefaktore (Item 12).
- (v) Konstantheid in oordeel (Item 19).
- (vi) Gevoel van bedruktheid (Item 20).

(b) Bepaling van algemene houding van toets-
linge teenoor die navorsingsprojek:

Reeds in Hoofstuk III is aangetoon dat 'n negatiewe houding van toetslinge teenoor die betrokke navorsingsprojek 'n geldige rede is vir die eliminering van toetsgegevens. Dit is dus nodig om die houding van toetslinge te bepaal vir die kontrole van afwykende resultate. Verder kan belangrike afleidings ook gemaak word van die gemiddelde houdings van verskillende groepe toetslinge. Indien beduidende verskille tussen laboratoria voorkom ten opsigte van toetsprestasies, sal 'n analise van toetslingehoudings moontlik kulturele verskille tussen groepe kan aantoon wat belangrike implikasies inhou vir internasionale standaardisasie. Beduidende verskille tussen die houdings van toetslinge in die verskillende laboratoria, sou 'n aanduiding wees dat internasionale standaardisasie slegs kan plaasvind indien van internasionale monsters gebruik gemaak word in navorsingsprojekte. Onbeduidende verskille sou egter aantoon dat kulturele faktore nie 'n invloed uitoefen op luidheidsnavorsing nie en dat die Internasionale Standaardisasie Organisasie wel standarde mag neerlê op grond van nasionale navorsingsprojekte. Die volgende items is in Tabel 5 saamgestel om die algemene houding van toetslinge teenoor

die navorsingsprojek te meet:

TABEL 5

Die Houding van Toetslinge teenoor Navorsing

Vraelys Item No.	Item
1	Belangrikheid van navorsing
3	Interessantheid van navorsing
5	Algemene belangstelling in navorsing
6	Eie oordeel van akkuraatheid
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms
11	Beste gelewer
16	Interessantheid van toetse

(c) Tyd van die dag verkies: (Item 13)

Hierdie item is ingevoeg om te bepaal watter tyd van die dag toetslinge verkies om deel te neem aan eksperimentele ondersoeke. Deelname aan luidheidsnavorsing verg 'n hoë mate van verstandelike helderheid en 'n ontleding van hierdie eienskap sal dus kan dien as aanbeveling vir toekomstige navorsing.

(ii) Die keuse van skaalwaardes:

Vir die doeleindes van die houdingsvraelys aan toetslinge, is gebruik gemaak van 'n 9-punt skaal waarvan elke skaalwaarde definieer is. Die skaal is saamgestel om 'n negatiewe reaksie op die 1-punt waarde, 'n positiewe reaksie op die 9-punt waarde en 'n onverskillige reaksie op die 5-punt waarde te bepaal. Die keuse van die aantal skaalwaardes vir die ontwerp van 'n houdingsvraelys is belangrik. Volgens Nunnally (1970) neem die betroubaarheid van die skaal toe namate die aantal skaalpunte

vermeerder. Betroubaarheid neem relatief vinnig toe; neig om af te plat na 7-punte en na 11-punte word relatief min toegevoeg tot die betroubaarheid van die skaal.

Hierteenoor moet in gedagte gehou word dat 'n groot aantal skaalpunte verwarring by toetslinge kan veroorsaak weens 'n toenemende vernouing van die onderskeiding tussen skaalpunte. Om optimum betroubaarheid te bekom sowel as 'n maklike onderskeibare skaalinterval, is besluit op die 9-punt skaal. Die verskillende skaalpunte word soos volg uiteengesit:

- 1 - Totaal onbelangrik
- 2 - Uiters onbelangrik
- 3 - Onbelangrik
- 4 - Taamlik onbelangrik
- 5 - Onverskillig
- 6 - Taamlik belangrik
- 7 - Belangrik
- 8 - Uiters belangrik
- 9 - Essensieel

G. VEREISTES TEN OPSIGTE VAN DIE SELEKSIE VAN TOETSLINGE

Ten einde 'n verteenwoordigende monster te verkry, is die toetsafnemers van die onderskeie laboratoria versoek om 'n gelyke aantal manlike en vroulike toetslinge te selekteer. Die monster van proefpersone moes aan die volgende vereistes voldoen:

(a) Eerstens moes alle toetslinge oudiometries getoets word vir normale gehoor. Spesifiek is bepaal dat die gehoorverlies van toetslinge by frekwensies van 125 Hz en 250 Hz, nie 15 dB sal oorskry nie en dat die gehoorverlies van toetslinge by frekwensies 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz,

4000 Hz en 8000 Hz nie meer as 10 dB sal wees nie.

(b) Slegs toetslinge binne die ouderdomsgrens van 18 tot 26 jaar kon vir eksperimentele deelname aanvaar word. Die rede hiervoor is dat volgehoue deelname uitputtend kan wees, en dat jong volwasse toetslinge 'n besliste voordeel inhou vir die kwaliteit van toetsresultate. As algemene reël kan ook aanvaar word dat gehoorverlies minder ernstig voorkom tot ouderdom 26 jaar en dat hierdie vereiste die seleksie van toetslinge vir toetsafnemers aansienlik vergemaklik.

(c) Aangesien die aard van die eksperimentele opset 'n gevoel van isolasie by toetslinge kan ontwikkel, is pertinent opdrag aan toetsafnemers gegee om enige toetsling, wat volgens sy eie kommentaar, aan claustrofobiese neigings lei, uit te sluit. Om hierdie rede asook die verlangde positiewe houding van toetslinge, is deelnemers versoek om slegs van vrywilligers gebruik te maak in die ondersoek.

In die volgende hoofstuk volg die toepassing van die eksperimentele ontwerp in die empiriese metode van ondersoek wat deur toetsafnemers gevolg is.

BRONNELYS

1. De Jager, L.C.: An Investigation of the Psychological Factors determining the magnitude of Auditory Sensation, M.Comm.-thesis, Stellenbosch, 1973.
2. Meredith, W.H.: Basic Mathematical and Statistical Tables for Psychology and Education. McGraw-Hill, New York, 1967.
3. Nunnally, J.C. (Jr.): Introduction to Psychological Measurement. McGraw-Hill, New York, 1974.

HOOFSTUK VMETODE VAN ONDERSOEK

Na voltooiing van die eksperimentele ontwerp is 'n ope uitnodiging tot deelname gerig aan alle lede van die Internasionale Standaardisasie Organisasie. (Sien Bylaag 4, p.207) 'n Totaal van 23 laboratoria uit 12 verskillende lande soos in Tabel 6 uiteengesit, het hierdie uitnodiging aanvaar.

TABEL 6Deelnemende Laboratoriums

Land	Aantal Laboratoriums	
	Aanvanklik ingeskryf	Navorsing voltooi
België	1	1
Duitsland	2	2
Engeland	1	0
Frankryk	1	*
Hongarye	1	1
Japan	1	1
Oostenryk	1	*
Suid-Afrika	8	2
Swede	1	0
Switserland	1	*
Tjeggieslowakye	4	0
V.S.A.	1	0
12	23	7

* Tans nog besig met eksperimentele navorsing.

Ongelukkig moes sommige laboratoriums weens die hoë tegniese vereistes en ander weens politieke druk onttrek. Soos in Tabel 6 aange-
toon, is 3 laboratoriums tans nog besig met die navorsing en word nie
ingesluit by die huidige ondersoek nie. Die rede hiervoor is dat die
Internasionale Standaardisasie Organisasie die bevindinge van die hui-
dige ondersoek verlang voor April 1976.

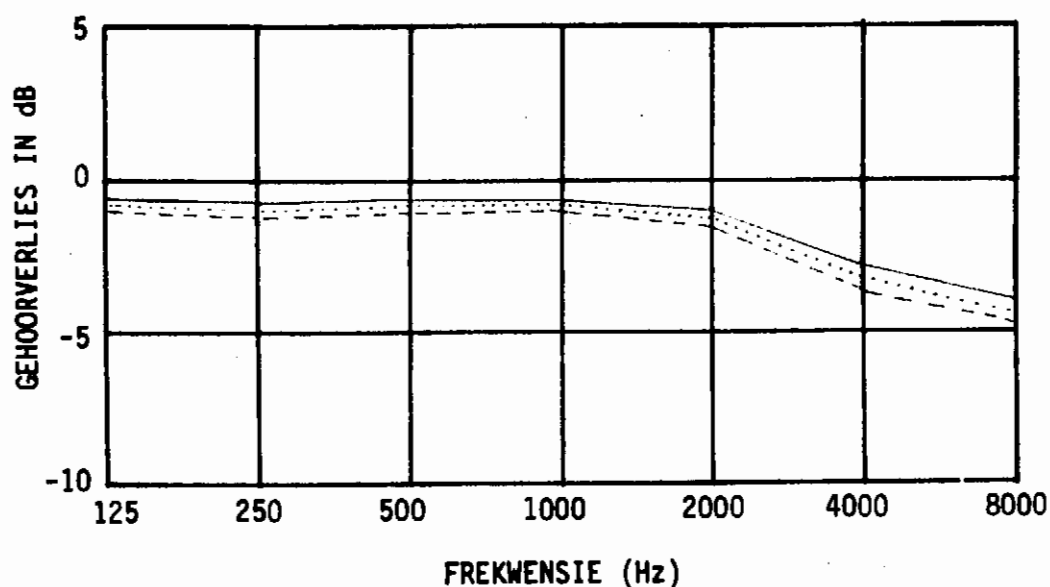
Die gegewens van die 7 laboratoriums wat vir die huidige ondersoek
ingesluit word, kan as volg opgesom word:

(i) Toetslinge:

(a) Die totale monster kom te staan op 218 toetslinge, be-
staande uit 141 mans en 77 dames.

(b) Die gemiddelde ouderdom van die toetslinge is 22,57 jaar.

(c) Die gemiddelde gehoorverlies van die toetslinge word in
Figuur 13 uiteengesit:



Linkeroor: -----
Regteroor: _____
Totaal Gemiddelde:

Figuur 13. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

(ii) Aantal toetse:

'n Totaal van 1434 toetse is voltooi. Elkeen van hierdie toetse bestaan uit 3 gelyke luidheidswaardes, sodat daar 4302 gelyke luidheidswaardes beskikbaar is vir die ontleding van gegewens.

Ten einde hierdie resultate te bekom, het die toetsafnemers 'n vaste toetsprosedure gevolg wat hieronder uiteengesit word:

A. DIE TOETSPROSEDURE

As basiese uitgangspunt vir die huidige ondersoek, is menslike gehoor as objektiewe meetinstrument beskou. Die toetsprosedure is dus daarop gemik om die subjektiewe beïnvloedingsprosesse van toetsafnemers, toetsinstruksies en fisiese omgewingsfaktore by die luidheidsbeoordeling van klanke te vermy. Die toetsprosedure bestaan uit die volgende stappe:

(i) Kalibrering van toetstoerusting:

Voor die afneem van elke toetssessie is die toetstoerusting kalibreer deur middel van 'n kalibrasieband om te verseker dat die stimulusweergawe in die toetslokaal konstant bly vir alle toetssessies. (Sien Bylaag 5, p.233) Spesifieke kalibreringslesings is aangeteken en aan die organiseerders van die projek rapporteer.

(ii) Instruksies aan toetslinge:

Na kalibrering van die toerusting bestudeer die toetsling die toetsinstruksies in geskrewe vorm, en voltooi daarna 'n kontrole-vraelys wat baseer is op die inhoud van die toetsinstruksies. (Sien Bylaag 5, p.255) Hierdeur word die toetsafnemer in staat gestel om enige waninterpretasie van toetsinstruksies voor die aanyang van die eksperimentele toetssessie reg te stel.

(iii) Die voorlopige luidheidsbalanstoets:

Die toetsling neem plaas in die toetslokaal en word deur die toetsafnemer op sy gemak gestel. Hierna word een van die toetsbande voorgespeel vir die bepaling van eksperimentele resultate.

Elke toetsband bestaan uit 'n konstante verwysingsklank en drie toetsklanke. Die verwysingsklank wat deurgaans deur die verloop van die ondersoek gebruik is, is 'n $1/3$ oktaafband toevallige klank gesentreer rondom 1000 Hz. Hierdie klank is vasgelê op baan 1 van elke toetsband, terwyl die onderskeie toetsklanke op baan twee van die toetsband voorkom.

Die eerste gedeelte van elke toetsband wat gebruik word vir die bepaling van 'n voorlopige luidheidsbalans, bestaan uit 45 siklusse van 4 sekondes elk wat as volg saamgestel is:

- (a) 15 Siklusse van 4 sekondes waarop die verwysingsklank en toetsklank 1 alternerend voorkom.
- (b) 15 Siklusse van 4 sekondes waarop die verwysingsklank en toetsklank 2 alternerend voorkom.
- (c) 15 Siklusse van 4 sekondes waarop die verwysingsklank en toetsklank 3 alternerend voorkom. In Tabel 7 word die klankverdeling van een siklus per tydsinterval uiteengesit:

TABEL 7Klankverdeling van die Voorlopige Luidheidsbalanstoets

Baan 1	Tydsduur	Baan 2	Tydsduur
Verwysingsklank	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Toetsklank	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde

Na elke 60 sekondes (15 siklusse van 4 sekondes) is 'n kleuronderskeiding op die band aangebring om die toetsafnemer in staat te stel om die onderskeie toetsklanke te identifiseer. Die voorlopige gelyke luidheidsbalans van toetslinge word verkry deur 'n geleidelike vernouingsproses wat as volg beskryf kan word:

Die toetsband word geplaas by die eerste kleuronderskeiding en die attenuator gestel op 15 dB minder attenuasie as die standaard attenuatorstelling. Wanneer die toetsband nou voorgespeel word, behoort die toetsling te reageer met "harder". Gedurende die stilte-interval word die attenuator gestel op 15 dB meer attenuasie as die standaard attenuatorstelling. Die toetsling behoort te reageer met "sagter". Vervolgens word die attenuator respektiewelik 10 dB minder en daarna 10 dB meer gestel as die standaard attenuatorstelling. Sodoende word die verspreiding van klankverskille verminder totdat 'n konstante "harder" en konstante "sagter" reaksie verkry word tussen attenuatorstellings. Die rekenkundige gemiddelde tussen hierdie twee attenuatorstellings word as die voorlopige luidheidsbalans aangeteken. Dieselfde vernouingsproses word deurgevoer vir al drie toetsklanke op die toetsband en aangeteken.

(iv) Gelyke luidheidsbalans:

Op die tweede gedeelte van die toetsband word dieselfde metode van 4 sekondes siklusse gebruik. Toetsklanke 1, 2 en 3 kom egter in 'n toevallige verspreide volgorde op sewe verskillende tye op die toetsband voor. 'n Kort uiteensetting van hierdie patroon word in Tabel 8 aangetoon.

Vir die bepaling van die gelyke luidheidsbalans word 'n totaal van 54 aanbiedings van 7 siklusse elk vereis sodat hierdie toetsgedeelte 'n totale tyd van 28 minute en 48 sekondes in beslag neem. Die proses vir

TABEL 8

Klankverdeling van die Gelyke Luidheidstoets

Baan 1	Tydsduur	Baan 2	Tydsduur
Verwysingsklank	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Toetsklank 1	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Verwysingsklank	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Toetsklank 3	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Verwysingsklank	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Toetsklank 2	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde

die bepaling van die gelyke luidheidsbalans kan as volg beskryf word:

Die toetsklanke word aangebied aan toetslinge in die volgorde waarin dit op die toetsband voorkom. Weer eens word in hierdie geval 'n vernouingsproses gebruik, maar vanaf die reeds verkreeë voorlopige luidheidsbalanswaardes. In stappe van 1 dB en 2 dB na bo en na onder rondom die voorlopige luidheidsbalans, word die gaping geleidelik vernou totdat konstante reaksies van harder of sagter verkry word van die toetsling.

Tabel 9 dien as voorbeeld om hierdie vernouingsproses te verduidelik.

Uit Tabel 9 blyk dit dat die toetsling konstant "harder" reageer teenoor kolom A en konstant "sagter" reageer teenoor kolom E. Die gelyke luidheidswaarde word bereken deur die rekenkundige gemiddelde van die boonste en onderste waarde - in hierdie geval 26. Hierdie proses word deurgevoer totdat die gelyke luidheidsbalans bepaal is vir al drie die toetsklanke.

TABEL 9
Voorbeeld vir die Bepaling van Gelyke Luidheidsbalans

A	22	X	X	X	22	
B	24	X	X	0		
PELAS	27					26 ELAS
D	28	X	0	0		
E	30	0	0	0	30	
F	32	0	0	0		

PELAS = Voorlopige Luidheidsbalans

ELAS = Gelyke Luidheidsbalans

X = Harder

0 = Sagter

Die enigste afwyking van die voorafgaande ten opsigte van toetsband-samestelling kom voor by die variasietoetsband wat 'n ses sekonde siklus in plaas van 'n vier sekonde siklus implementeer. 'n Kort uiteensetting van hierdie proses word in Tabel 10 aangetoon:

TABEL 10
Klankverdeling van die Variasieband

Baan 1	Tydsduur	Baan 2	Tydsduur
Verwysings- klank	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde
Stilte	3 Sekondes	Toetsklank 1	3 Sekondes
Stilte	1 Sekonde	Stilte	1 Sekonde

B. DIE HOUDINGSVRAELYS AAN TOETSLINGE

Na voltooiing van die laaste toetssessie waaraan 'n betrokke toetsling deelneem, word die houdingsvraelys (Bylaag 5, p.262) voltooi.

HOOFSTUK VI

LABORATORIUMGEGEWENS

In hierdie hoofstuk word die gegewens wat van elke individuele laboratorium ontvang is, uiteengesit:

A. LABORATORIUM 1

Die volgende inligting en resultate is van laboratorium 1 ontvang:

I Proefpersone:

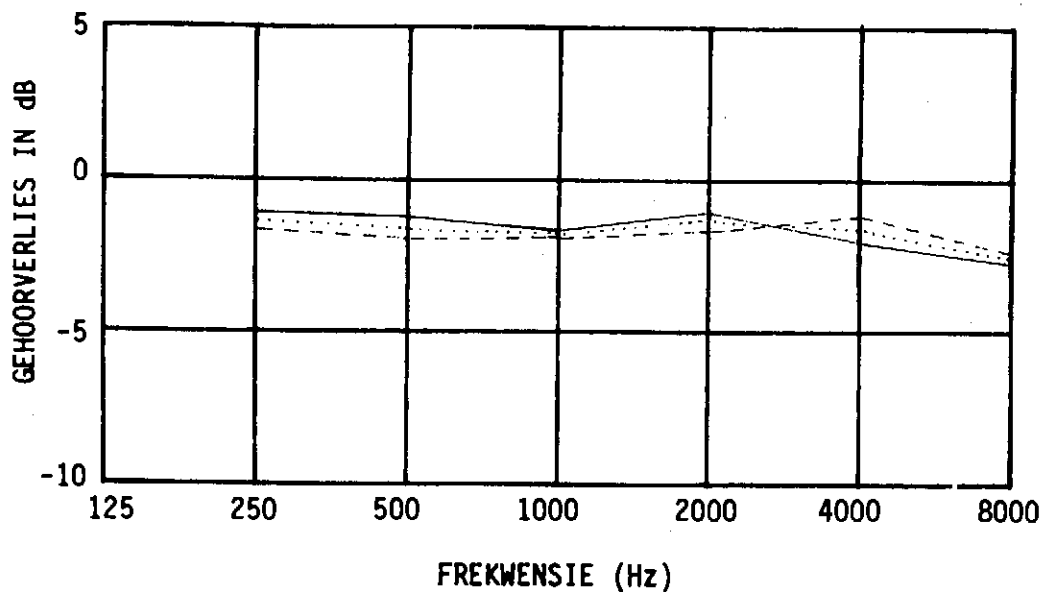
(a) Aantal: 40 toetslinge, bestaande uit 25 mans en 15 dames.

(b) Ouderdom: Gemiddeld 23,12 jaar.

(c) Oudiometriese kurwe: Aangesien slegs toetslinge wat binne die vereiste grense van gehoorverlies val, aanvaar is vir die ondersoek (sien Bylaag 5, p. 240), word in die res van hierdie hoofstuk slegs die gemiddelde gehoorverlies van toetslinge per laboratorium uiteengesit. Die gemiddelde gehoorverlies van die proefpersone in laboratorium 1 word in Figuur 14 aangetoon.

Uit Figuur 14 blyk dat die gehoorverlies van proefpersone nie ge-toets is teen 125 Hz nie. Die tendens van die gehoorverlieskurwes val egter binne die grense van die vereistes gestel in Bylaag 5, p.240.

(d) Die houdingsvraelys aan toetslinge: Vir die doeleindes van die uiteensetting in hierdie hoofstuk, is individuele itemtellings in die houdingsvraelys aan toetslinge sommeer en slegs die gemiddelde tellings per laboratorium word rapporteer. Die gemiddelde tellings van toetslinge in laboratorium 1 op die houdingsvraelys word in Tabel 11 aangetoon.



Figuur 14. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

TABEL 11

Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	7,92
2	Mate van vermoeidheid	4,50
3	Interessantheid van navorsing	7,31
4	Gemak gedurende toetssessies	2,38
5	Algemene belangstelling in navorsing	6,92
6	Eie oordeel van akkuraatheid	7,08
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	6,81
8	Mate van verveeldheid	4,15

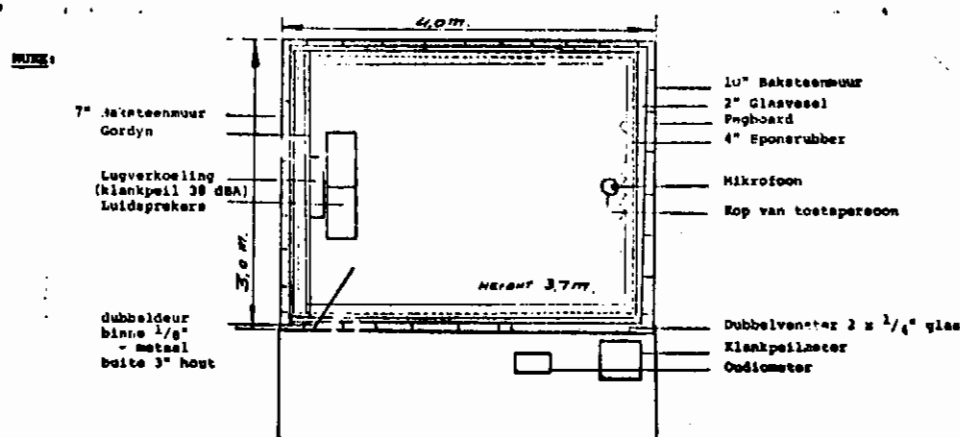
Item No.	Item	Gemiddelde Telling
9	Onderskeidingsvermoë	3,42
10	Houding teenoor terugvoering	7,08
11	Beste gelewer	8,50
12	Aandag afgetrek	2,96
13	Tyd van dag verkies	Soggens
14	Geforseerde deelname	1,72
15	Spanning gedurende toetsessies	2,32
16	Interessantheid van toetse	6,92
17	Vrees vir swak prestasie	3,38
18	Houding teenoor waarneming	6,88
19	Eerste versus laaste toetsessie	Dieselfde
20	Bedruktheid	Glad nie/ Soms

(e) Kontrole-vraelys: Alle vraelyste gekoppel aan die toetsinstruksies soos uiteengesit in Bylaag 5, p.255, is terugontvang. Toetsafnemers het nie alleen die instruksies gevolg nie, maar verseker dat geen waninterpretasie ten opsigte van die aard van eksperimentele sessies by toetslinge ontstaan nie.

II Laboratoriumopset:

(a) Die toetslokaal:

'n Skematiese voorstelling van die toetslokaal word in Figuur 15 aangetoon:

**PLAFON**

Bedeek met 2" glasvesel en pegboard

VLOER

Sement, bedek met tapijt

Figuur 15. Skematiese voorstelling van die toetslokaal.

(b) Meettoerusting:(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikaat: Uher Report Stereo

Model: 4200

(ii) Verswakker:

Fabrikaat: Ingebou in Maico Oudimeter

Model: Maico Model MA-18 Diagnostic and speech audiometer

(iii) Klankversterker:

Fabrikaat: Dynaco

Model: PAT 4 Stereo Pre-amplifier en 120 power amplifier

(iv) Luidspreker:

Fabrikaat: Dynaco

Model: Dynaco A.50

(v) Klankdrukpeil:

Beskrywing: Klankdrukpeil bepaal met spektrometer.

Fabriikaat: Brüel and Kjaer

Model: Tipe 2112

(c) Kalibrering:

Agtergrondgeraaspeil; dB(A) teen 75 dB verwysing:

vooraf 38 dB(A); agterna 38 dB(A).

(i) Frekwensieweergawe:

Verswakkerstelling: 70 dB vooraf; 70 dB agterna.

Klankdrukpeil teen 75 dB verwysing: 75 dB vooraf;

75 dB agterna.

TABEL 12

Tertsband ($1/3$ oktaaf) Klankdrukpeile

Frekwensie	Vooraf	Agterna
50 Hz -	55	52
63 Hz -	45	46
80 Hz -	40	40
100 Hz	45	50
125 Hz -	62	63
160 Hz -	62	68
200 Hz -	62	68
250 Hz -	60	61
315 Hz -	63	63
400 Hz -	64	64
500 Hz -	66	65

Frekwensie	Vooraf	Agterna
630 Hz -	65	64
800 Hz -	63	63
1000 Hz -	63	60
1250 Hz -	64	61
1600 Hz -	60	59
2000 Hz -	57	56
2500 Hz -	63	62
3150 Hz -	61	58
4000 Hz -	62	60
5000 Hz -	56	55
6300 Hz -	52	51
8000 Hz -	53	52
10000 Hz -	43	41

Klankdrukpeil van 75 dB wyeband klank: 75 dB vooraf, 75 dB agterna.

TABEL 13

Suiwertoont Klankdrukpeile

Frekwensie	Vooraf 75 dB (verw.)	Agterna 75 dB (verw.)
500 Hz	78,5	80,5
1000 Hz	76,5	79,5
1250 Hz	73,5	73
2000 Hz	78,5	70
4000 Hz	76	74
8000 Hz	66	72

(d) Oudiometrie:

Oudiometer Fabrikaat: Maico

Model: M.A. 18, diagnostic and speech

III Aantal toetse:

112 Toetsresultate is ontvang, maar slegs 83 kon gebruik word. 29 Toetsresultate is uitgesluit weens duplisering van dieselfde toetssessies op 'n bepaalde toetsling, sowel as onvolledige resultate van sekere sessies. 'n Gemiddelde 2,075 toetse per toetsling is dus ingesluit vir verwerking. As in aanmerking geneem word dat die volledige eksperiment uit 16 toetse bestaan, is dit duidelik dat laboratorium 1 slegs 'n gedeelte van die eksperimentele navorsing deurgevoer het. Hierdie moontlikheid is egter voorsien en in ag geneem by die beplanning van die navorsingsprojek. (Sien Bylaag 5, p.241)

IV Die aard van die toetssessies:

Weens die gehalte van toerusting deur laboratorium 1 gebruik, kon die voorgeskrewe spesifikasies van die projek slegs op die 75 dB verwysingspeil bereik word. Gevolglik is slegs die volgende toetse deur laboratorium 1 gedoen:

*(a) HHH	(75 dB verwysingspeil)
LLH	(75 dB verwysingspeil)
LHL	(75 dB verwysingspeil)
(b) HLL	(75 dB Verwysingspeil)
HLH	(75 dB verwysingspeil)
1000 Hz toon	(75 dB verwysingspeil)

*Sien Bylaag 5, p.244 vir definisies van terminologie.

- (c) 125, 1000, 4000 Hz
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 400, 800, 2000 Hz
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 250, 630, 1600, 3150
 $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (d) HHH + 500 Hz toon (15 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 2000 Hz toon (15 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 4000 Hz toon (15 dB) (75 dB verwysingspeil)
- (e) HHH + 500 Hz toon (25 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 2000 Hz (25 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 4000 Hz (25 dB) (75 dB verwysingspeil)
- (f) Eksponensiële HHH (75 dB verwysingspeil)
 Liniêre HHH (75 dB verwysingspeil)
 Variërende HHH (75 dB verwysingspeil)

Uit bostaande gegewens is dit duidelik dat laboratorium 1 slegs 6 toetse teen die 75 dB verwysingspeil toegepas het en dus 'n gemiddeld van 13,83 toetsresultate per toets ingehandig het.

V Toetsvolgorde:

Na aanleiding van die tabel van toevallige verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde P gevolg.

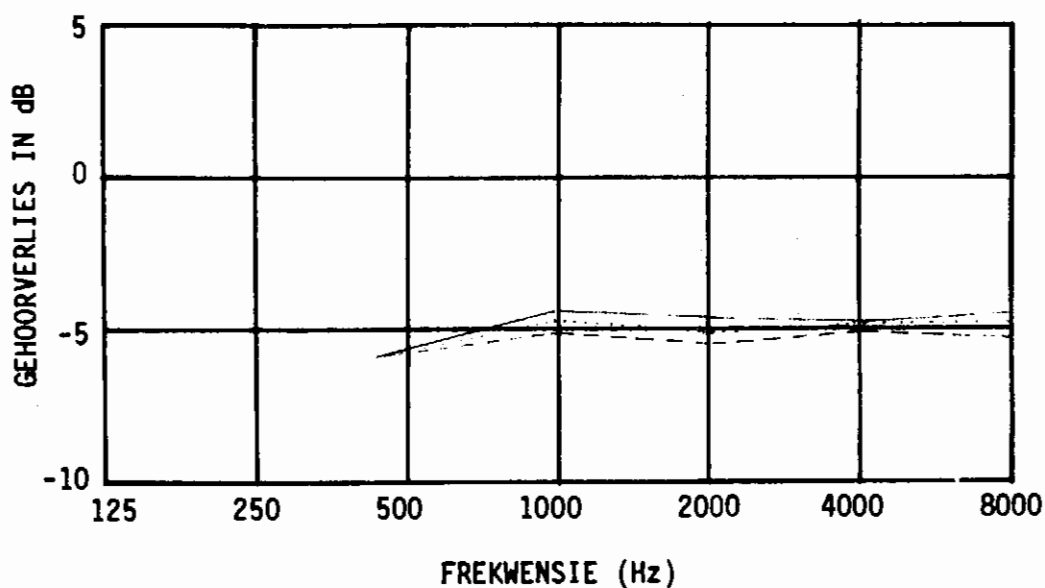
B. LABORATORIUM 2

I Proefpersone:

- (a) Aantal: 25 toetslinge, bestaande uit 16 mans en 9 dames.

(b) Ouderdom: Gemiddeld 20,96 jaar.

(c) Oudiometriese kurwe: Die gemiddelde gehoorverlies van proefpersone in laboratorium 2 word in Figuur 16 aangetoon:



Linkeroor: -----
 Regteroor: _____
 Totaal Gemiddelde:

Figuur 16: Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

Uit Figuur 16 blyk dat die gehoorverlies van toetslinge nie op lae frekwensies van 125 Hz en 250 Hz getoets is nie. Die gemiddelde gehoorverlies van toetslinge soos getoets, voldoen egter aan die vereistes vir gehoorverlies soos uiteengesit in Bylaag 5, p.240.

(d) Die houdingsvraelys aan toetslinge: Die gemiddelde tellings van toetslinge op die houdingsvraelys word in Tabel 14 uiteengesit.

(e) Kontrole vraelys: Uit 'n ontleding van die kontrole vraelyste van laboratorium 2, is dit duidelik dat toetslinge 'n deeglike begrip het van die instruksies.

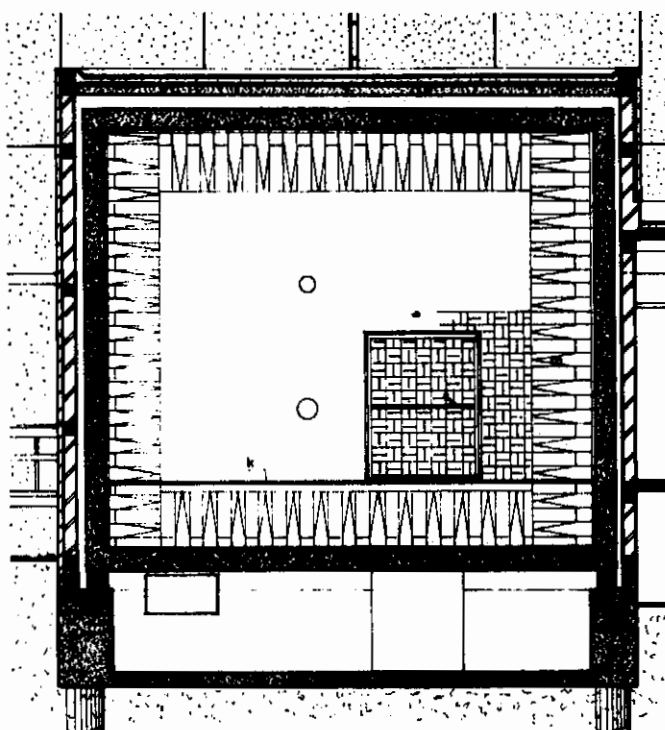
TABEL 14Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	5,52
2	Mate van vermoeidheid	3,52
3	Interessantheid van navorsing	5,20
4	Gemak gedurende toetssessies	2,96
5	Algemene belangstelling in navorsing	6,68
6	Eie oordeel van akkuraatheid	5,96
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	6,68
8	Mate van verveeldheid	5,00
9	Onderskeidingsvermoë	3,56
10	Houding teenoor terugvoering	5,63
11	Beste gelewer	7,68
12	Aandag afgetrek	3,52
13	Tyd van dag verkies	Middag
14	Geforseerde deelname	2,12
15	Spanning gedurende toetssessies	3,04
16	Interessantheid van toetse	4,68
17	Vrees vir swak prestasie	3,68
*18	Houding teenoor waarneming	6,12
19	Eerste versus laaste toetssessie	Dieselfde
20	Bedruktheid	Glad nie

II Laboratoriumopset:

(a) Toetslokaal:

'n Skematiese voorstelling van die toetslokaal word in Figuur 17 aangetoon:



Figuur 17. Vertikale deursnit van die toetslokaal.

(b) Meettoerusting:

(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikaat: Stellavox-stereo

Model: Sp 7 nr. 700609

(ii) Verswakker:

Fabrikaat: Hewlett-Packard

Model: 350 attenuator set

(iii) Klankversterker:

Fabrikaat: Quad

Model: Tipe 303

(iv) Luidspreker:

Fabrikaat: Quad electrostatic

Model: Electrostatic

(v) Klankdrukpeil meettoerusting:

Beskrywing:

(a) Brüel en Kjaer klankpeilmeter tipe 2204 vir die meting van agtergrond geraas.

(b) Real Time Analyser General Radio tipe 1921 vir die meting van frekwensieweergawe van die toerusting.

(c) Kalibrering:

Agtergrondgeraaspeil:	<u>Vooraf</u>	<u>Agterna</u>
55 dB verwysingspeil -	18 dB(A)	18 dB(A)
75 dB verwysingspeil -	28 dB(A)	28 dB(A)
95 dB verwysingspeil -	45 dB(A)	45 dB(A)

(i) Frekwensieweergawe:

Verswakker stelling: verskillend maar konstant vir 55, 75 en 95 dB verwysingspeile.

Klankdrukpeil teen 75 dB verwysing: 75 dB \pm 1 dB

Klankdrukpeil teen 55 dB verwysing: 55 dB \pm 1 dB

TABEL 15Tertsband Klankdrukpeile

Fre- kwensie	Vooraf			Agterna		
	55 dB (verw.)	75 dB (verw.)	95 dB (verw.)	55 dB (verw.)	75 dB (verw.)	95 dB (verw.)
50	33	35	57	Dieselfde + 1 dB		
63	31,5	31,5	47,5			
80	31,5	31,5	49,5			
100	35	47	65			
125	42	62	82			
160	43	63	82			
200	41	61	81			
250	41	61,5	81			
315	42,5	63	81,5			
400	45	66	84,5			
500	45	65,5	84			
630	46	66,5	85,5			
800	47	67,5	86,5			
1250	47,5	68,5	86			
1600	48,5	69	87			
2000	48,5	69	88			
2500	47,5	68	86,5			
3150	46	67	85			
4000	48	69	87,5			
5000	45	65,5	83,5			
6300	42	62	80			
8000	43	63,5	81			
10000	31,5	45	64			

Klankdrukpeil van: 75 dB wyeband klank : 75 dB \pm 1 dB

55 dB wyeband klank : 55 dB \pm 1 dB

TABEL 16

Suiwertoon Klankdrukpeile

Frekwensie	55 dB (verwysingspeil)	75 dB (verwysingspeil)
500	55 \pm 1 dB	75 \pm 1 dB
1000	57 \pm 1 dB	77 \pm 1 dB
1250	57 \pm 1 dB	77 \pm 1 dB
2000	57 \pm 1 dB	78 \pm 1 dB
4000	58 \pm 1 dB	78 \pm 1 dB
8000	57 \pm 1 dB	77 \pm 1 dB

(d) Oudiometrie:

Oudiometer Fabrikaat: Kamplex

Model: Kamplex D.A. 2.

III Aantal toetse:

316 Toetsresultate is ontvang en is versprei oor alle toetse behalwe toetse teen die 95 dB verwysingspeil wat nie gedoen is nie. Laboratorium 2 het dus 'n gemiddelde van 12,64 toetse per toetsling of 24,38 toetse per toetssessie ingehandig.

IV Die aard van die toetssessies:

Alle voorgeskrewe toetse teen die 75 dB en 55 dB verwysingspeile is voltooi, maar geen toetse teen die 95 dB verwysingspeil is gedoen nie.

Werklike toetse ingesluit, is dus die volgende:

- (a) 500 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (b) 125 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 2000 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 8000 Hz $\frac{1}{1}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (c) HHH (75 dB verwysingspeil)
 LLH (75 dB verwysingspeil)
 LHL (75 dB verwysingspeil)
- (d) HLL (75 dB verwysingspeil)
 HLH (75 dB verwysingspeil)
 1000 Hz
 suiwer toon (75 dB verwysingspeil)
- (e) 125, 1000, 4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 400, 800, 2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
 250, 630, 1600, 3150 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (75 dB verwysingspeil)
- (f) HHH + 500 Hz suiwer toon (15 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 2000 Hz suiwer toon (15 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 4000 Hz suiwer toon (15dB) (75 dB verwysingspeil)
- (g) HHH + 500 Hz suiwer toon (25 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 2000 Hz suiwer toon (25 dB) (75 dB verwysingspeil)
 HHH + 4000 Hz suiwer toon (25 dB) (75 dB verwysingspeil)

- (h) HHH + 500 + 2000 Hz suiwer toon
(15 dB) (75 dB verwysingspeil)
HHH + 500 + 4000 Hz suiwer toon
(15 dB) (75 dB verwysingspeil)
HHH + 2000 + 4000 Hz suiwer toon
(15 dB) (75 dB verwysingspeil)
- (i) HHH + 500 + 2000 Hz suiwer toon
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)
HHH + 500 + 4000 Hz suiwer toon
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)
HHH + 500 + 1250 Hz suiwer toon
(25 dB) (75 dB verwysingspeil)
- (j) Eksponensiële HHH (75 dB verwysingspeil)
Liniêre HHH (75 dB verwysingspeil)
Variërende HHH (75 dB verwysingspeil)
- (k) 500 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
- (l) 125, 1000, 4000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
400, 800, 2000 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
250, 630, 1600, 3150 Hz $\frac{1}{3}$ oktaaf (55 dB verwysingspeil)
- (m) HHH + 500 Hz suiwer toon (15 dB) (55 dB verwysingspeil)
HHH + 2000 Hz suiwer toon (15 dB) (55 dB verwysingspeil)
HHH + 4000 Hz suiwer toon (15 dB) (55 dB verwysingspeil)

V Toetsvolgorde:

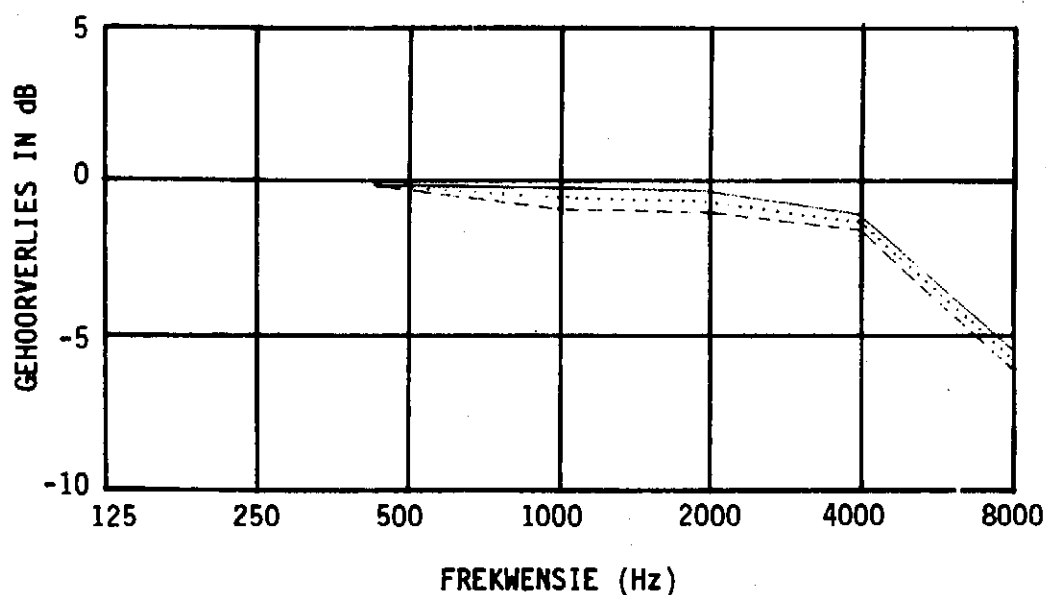
Na aanleiding van die tabel van toevallig verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde N gevolg.

C. LABORATORIUM 3

Die volgende inligting en resultate is van laboratorium 3 ontvang:

I Proefpersone:

- (a) Aantal: 49 toetslinge, bestaande uit 25 mans en 24 dames.
- (b) Ouderdom: Gemiddeld 22,82 jaar.
- (c) Oudiometriese kurwe: Die gemiddelde gehoorverlies van die proefpersone word in Figuur 18 aangetoon:



Linkeroor: -----
 Regteroor: _____
 Totaal Gemiddelde:

Figuur 18. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

Uit Figuur 18 blyk dat die gehoorverlies van proefpersone nie vir

125 Hz en 250 Hz getoets is nie. Die tendens van die kurwes val egter binne die voorgeskrewe perke, soos uiteengesit in Bylaag 5, p.240.

- (d) Die houdingsvraelys aan toetslinge: Die gemiddelde tellings van toetslinge op die houdingsvraelys word in Tabel 17 uiteengesit:

TABEL 17

Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

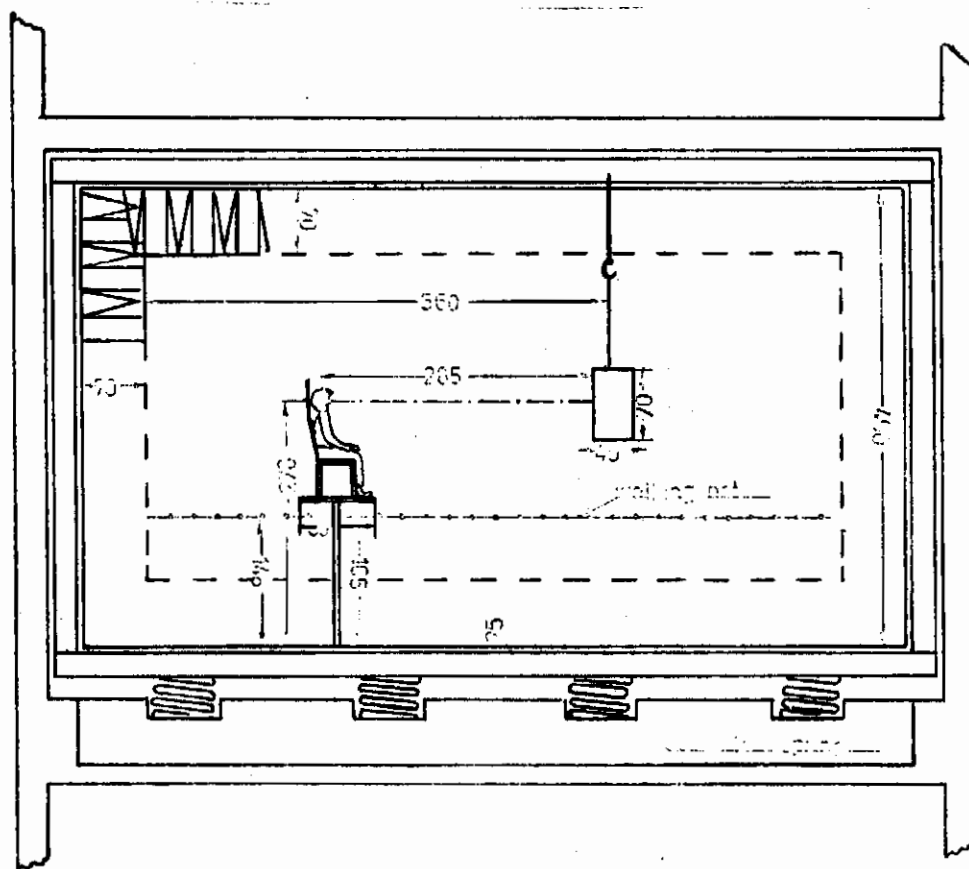
Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	7,21
2	Mate van vermoeidheid	3,55
3	Interessantheid van navorsing	7,48
4	Gemak gedurende toetssessies	2,90
5	Algemene belangstelling in navorsing	7,76
6	Eie oordeel van akkuraatheid	5,72
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	8,48
8	Mate van verveeldheid	2,83
9	Onderskeidingsvermoë	2,00
10	Houding teenoor terugvoering	3,39
11	Beste gelewer	8,62
12	Aandag afgetrek	1,79
13	Tyd van dag verkies	Middag
14	Geforseerde deelname	1,41
15	Spanning gedurende toetssessies	4,59
16	Interessantheid van toetse	6,21
17	Vrees vir swak prestasie	4,10
18	Houding teenoor waarneming	2,14
19	Eerste versus laaste toetssessie	Dieselfde
20	Bedruktheid	Glad nie

(e) Kontrolevraelys: Uit die kontrolevraelyste is dit duidelik dat toetslinge in laboratorium 3 'n deeglike begrip het van die toetsinstruksies.

II Laboratoriumopset:

(a) Toetslokaal:

'n Skematiese voorstelling van die toetslokaal word in Figuur 19 aangetoon:



Figuur 19. Deursnit van die toetslokaal.

(b) Meettoerusting:

(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikkat: Revox

Model: A77

(ii) Verswakker:

Fabrikaat: Siemens

Model: D114

(iii) Klankversterker:

Fabrikaat: Eie ontwerp

Intree impedansie: 100 K ohm

Intree sensitiwiteit teen maksimum uittree:

$U_e = 100 \text{ mV}$; $U_a = 280 \text{ mV}$

Vervorming teen maksimum uittree by:

500 Hz - 4%

1000 Hz - 4%

2000 Hz - 4%

4000 Hz - 4%

Sein tot ruisverhouding teen maksimum uittree: 100 dB

(iv) Luidspreker:

Fabrikaat: Klein & Hummel

Model: Oz (Studio-Regielautspreker)

(v) Klankdrukpeil meettoerusting:

Fabrikaat: Brüel & Kjaer

Model: Tipe 2305

(c) Kalibrering voor en na voltooiing van eksperimente:

Agtergrond geraaspeil:

Teen 55 dB(A) verwysingspeil: vooraf 5 dB(A),
agterna 5 dB(A).

Teen 75 dB(A) verwysingspeil: vooraf 5 dB(A),
agterna 5 dB(A).

Teen 95 dB(A) verwysingspeil: vooraf 5 dB(A),
agterna 5 dB(A).

(i) Frekwensieweergawe:

Verwakker stelling: 46 dB ; 40 dB

Klankdrukpeil teen 75 dB verwysingspeil: 75 dB

Klankdrukpeil teen 55 dB verwysingspeil: 55 dB

Klankdrukpeil teen 95 dB verwysingspeil: 95 dB

TABEL 18

Tertsband Klankdrukpeile

Frekwensie	Vooraf	Agterna
50	69	65
63	73	70
80	80	55
100	83	75
125	80	79
160	80	75
200	83	76
250	80	79
315	83	78
400	80	75
500	82	77
630	82	78
800	82	77

Frekwensie	Vooraf	Agterna
1000	79	74
1250	81	76
1600	82	77
2000	82	76
2500	78	73
3150	78	73
4000	81	77
5000	81	77
6300	82	78
8000	81	78
1000	80	77

Klankdrukpeile van 55 dB, 75 dB, 95 dB wyeband klanke respektiewelik:

55 dB (verw.) - vooraf 55 dB ; agterna 55 dB

75 dB (verw.) - vooraf 75 dB ; agterna 75 dB

95 dB (verw.) - vooraf 95 dB ; agterna 95 dB

TABEL 19

Suiwertoon Klankdrukpeile

Frekwensie	55 dB (verw.)		75 dB (verw.)		95 dB (verw.)	
	Vooraf	Agterna	Vooraf	Agterna	Vooraf	Agterna
500 Hz	55	55	75	75	94	94
1000 Hz	55	55	74	74	96	96
1250 Hz	57	56	76	74	93	95
2000 Hz	54	56	74	76	95	94
4000 Hz	55	54	76	75	96	96
8000 Hz	57	56	75	75	94	95

(d) Oudiometrie:

Fabrikaat: Bekesy-tipe

Model: Eie konstruksie

III Aantal toetse:

'n Totaal van 163 toetsresultate is ontvang wat versprei is oor al 16 die toetssessies. Laboratorium 3 het dus 'n gemiddelde van 3,33 toetse per toetsling voltooi.

IV Die aard van toetse:

Alle toetse soos uiteengesit in Bylaag 5, p.246, teen die 95 dB, 75 dB en 55 dB verwysingspeile is toegepas.

V Toetsvolgorde:

Na aanleiding van die tabel van toevallig verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde L gevolg.

D. LABORATORIUM 4

Die volgende inligting en resultate is van laboratorium 4 ontvang:

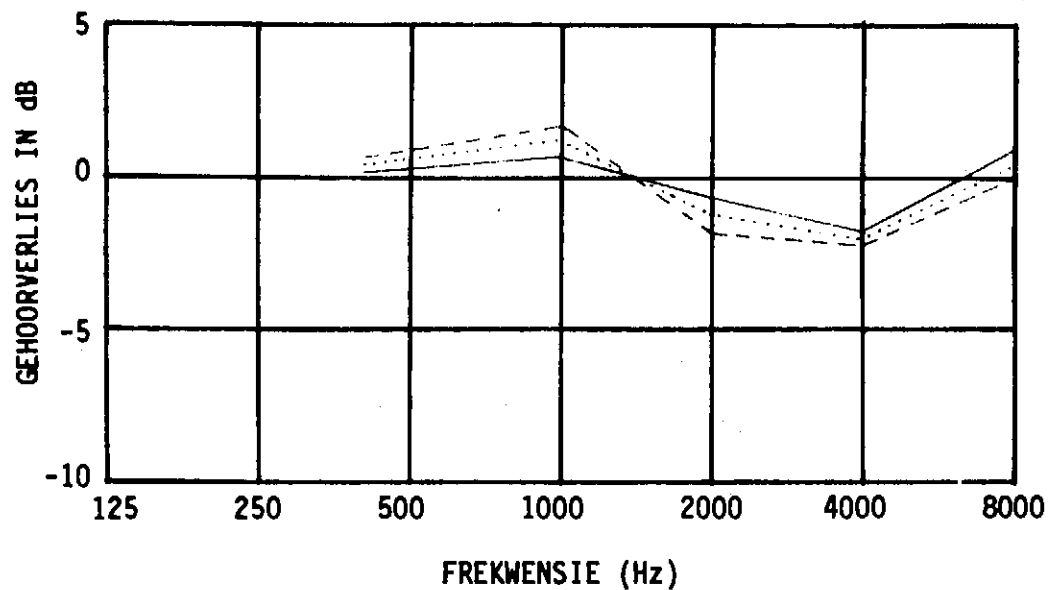
I Proefpersone:

(a) Aantal: 35 Toetslinge, bestaande uit 28 mans en 7 dames.

(b) Ouderdom: Gemiddeld 18,85 jaar.

(c) Oudiometriese kurwe: Die gemiddelde gehoorverlies van proefpersone in laboratorium 4 word in Figuur 20 aangetoon.

Uit Figuur 20 blyk dat die geselekteerde toetslinge van laboratorium 4 voldoen aan die vereistes vir gehoorverlies soos uiteengesit in Bylaag 5, p.240.



Linkeroor: -----
 Regteroor: _____
 Totaal Gemiddelde:

Figuur 20. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

(d) Houdingsvraelys aan toetslinge: Die gemiddelde tellings van toetslinge op die vraelys voltooi na afhandeling van die eksperimentele navorsing, word in Tabel 20 uiteengesit.

(e) Kontrole-vraelys: Alle vraelyste, gekoppel aan die toetsinstruksies, is terugontvang. Hieruit is dit duidelik dat toetslinge in laboratorium 4 'n deeglike begrip het van die aard van eksperimentele toetssessies.

TABEL 20

Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

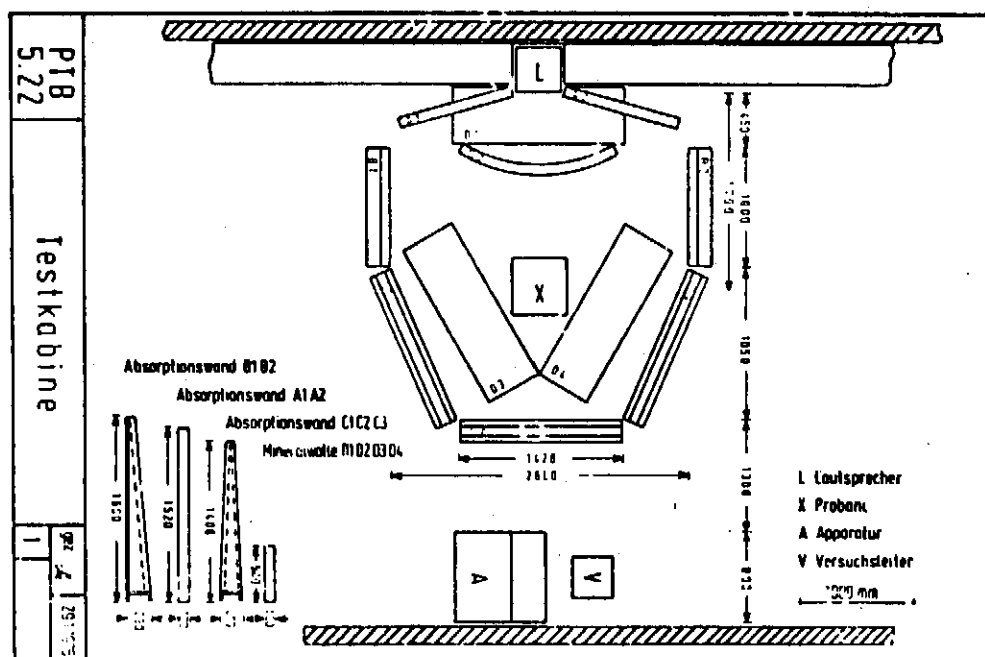
Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	7,54
2	Mate van vermoeidheid	4,51
3	Interessantheid van navorsing	6,68
4	Gemak gedurende toetssessies	6,77
5	Algemene belangstelling in navorsing	7,65
6	Eie oordeel van akkuraatheid	6,51
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	7,68
8	Mate van verveeldheid	4,02
9	Onderskeidingsvermoë	3,02
10	Houding teenoor terugvoering	*
11	Beste gelewer	8,65
12	Aandag afgetrek	3,00
13	Tyd van dag verkies	Middag
14	Geforseerde deelname	2,25
15	Spanning gedurende toetssessies	3,91
16	Interessantheid van toetse	6,20
17	Vrees vir swak prestasie	4,51
18	Houding teenoor waarneming	*
19	Eerste versus laaste toetssessie	Dieselfde
20	Bedruktheid	Glad nie

*Nie op vraelys voltooi nie.

II Laboratoriumopset:

(a) Die toetslokaal:

'n Skematiese voorstelling van die toetslokaal word in Figuur 21 aangetoon:



Figuur 21. Deursnit van die toetslokaal.

(b) Meettoerusting:

(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikaat: Telefunken

Model: M 12

(ii) Verswakker:

Fabrikaat: Hewlett-Packard

Model: 350D

(iii) Klankversterker:

Fabrikaat: Klein en Hummel

Model: V30 (0X)

(iv) Luidspreker:

Fabrikaat: Klein en Hummel

Model: 0X

(v) Klankdrukpeil meettoerusting:

Beskrywing: Brüel and Kjaer Sound Level Meter: 2203

Brüel and Kjaer Sound Analyser: 2212

Brüel and Kjaer Level Recorder: 2205

Filter bandwydte: tertsband

(c) Kalibrering:

Agtergrondgeraaspeil, dB(A) teen:

55 dB verwysing: Vooraf \pm 30 dB(A); agterna \pm 30 dB(A)

75 dB verwysing: Vooraf \pm 30 dB(A); agterna \pm 30 dB(A)

95 dB verwysing: Vooraf \pm 45 dB(A); agterna \pm 45 dB(A)

(i) Frekwensieweergawe:

TABEL 21

Tertsband Klankdrukpeile

Frekwensie	Vooraf	Agterna
50 Hz	75	75
63	75	75
80	75	75
100	73	73
125	73	73
160	73	73
200	72	72

Frekwensie	Vooraf	Agterna
250 Hz	72	72
315	72	72
400	74	74
500	74	74
630	74	74
800	75	75
1000	75	75
1250	75	75
1600	77	77
2000	77	77
2500	77	77
3150	75	75
4000	75	75
5000	75	75
6300	75	75
8000	75	75
10000	75	75

Klankdrukpeil teen:

55 dB verwysing : 55 dB

75 dB verwysing : 75 dB

95 dB verwysing : 95 dB

Klankdrukpeil teen:

55 dB : 55 dB

75 dB : 75 dB

95 dB : 95 dB

(d) Oudiometrie:

Fabrikkat: Peters Audiometer

Model: AP6

ISO kalibrasie data: JA

III Aantal toetse:

385 Toetse is ontvang wat versprei is oor al 16 toetssessies.

Laboratorium 4 het dus 'n gemiddelde van 24,06 toetse per toetssessie of 11 toetse per toetsling voltooi.

IV Die aard van die toetssessies:

Alle toetse soos voorgestel in Bylaag 5, p.246, teen die 95 dB, 75 dB en 55 dB verwysingspeile, is voltooi.

V Toetsvolgorde:

Na aanleiding van die tabel van toevallig verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde H gevolg.

E. LABORATORIUM 5

Die volgende inligting en resultate is van laboratorium 5 ontvang:

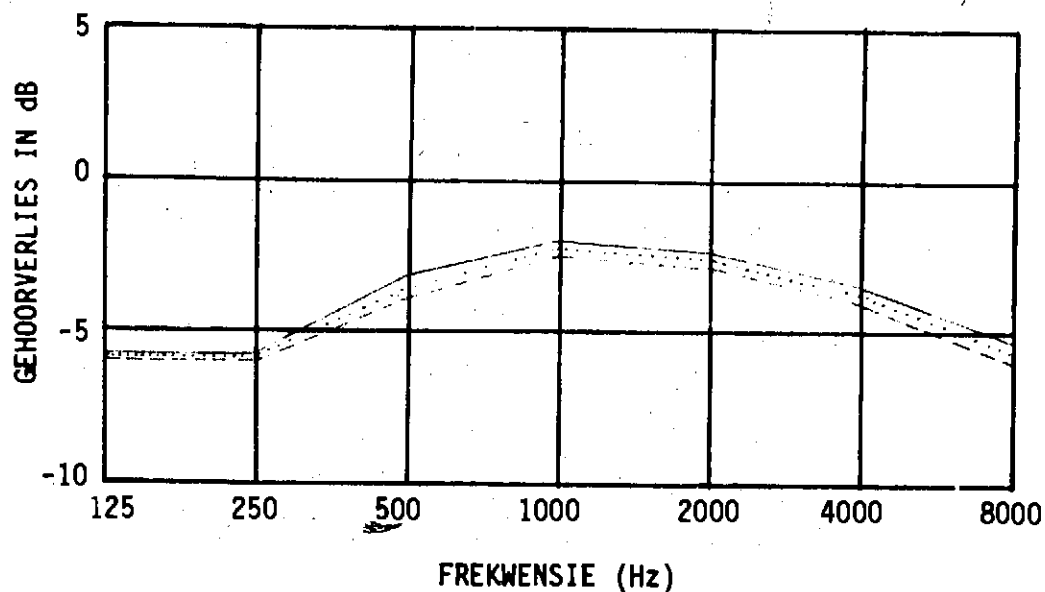
I Proefpersone:

(a) Aantal: 16 Toetslinge, bestaande uit 8 mans en 8 dames.

(b) Ouderdom: Gemiddeld 20,19 jaar.

(c) Oudiometriese kurwe: Die gemiddelde gehoorverlies van proefpersone in laboratorium 5 word in Figuur 22 aangetoon.

Uit Figuur 22 blyk dat die toetslinge in laboratorium 5 aan die vereistes vir gehoorverlies voldoen, soos uiteengesit in Bylaag 5, p.240.



Linkeroor: -----

Regteroor: _____

Totaal Gemiddelde:

Figuur 22. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

(d) Houdingsvraelys aan toetslinge: Die gemiddelde tellings van toetslinge op die vraelys voltooi na afhandeling van die eksperimentele navorsing, word in Tabel 22 aangetoon:

TABEL 22

Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	7,94
2	Mate van vermoeidheid	2,50
3	Interessantheid van navorsing	7,32
4	Gemak gedurende toetssessies	6,75
5	Algemene belangstelling in navorsing	7,44

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
6	Eie oordeel van akkuraatheid	6,50
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	8,00
8	Mate van verveeldheid	3,19
9	Onderskeidingsvermoë	3,19
10	Houding teenoor terugvoering	6,07
11	Beste gelewer	*
12	Aandag afgetrek	2,63
13	Tyd van dag verkies	Middag
14	Geforseerde deelname	1,50
15	Spanning gedurende toetssessies	*
16	Interessantheid van toetse	7,57
17	Vrees vir swak prestasie	6,38
18	Houding teenoor waarneming	3,82
19	Eerste versus laaste toetssessie	Beter
20	Bedruktheid	Glad nie

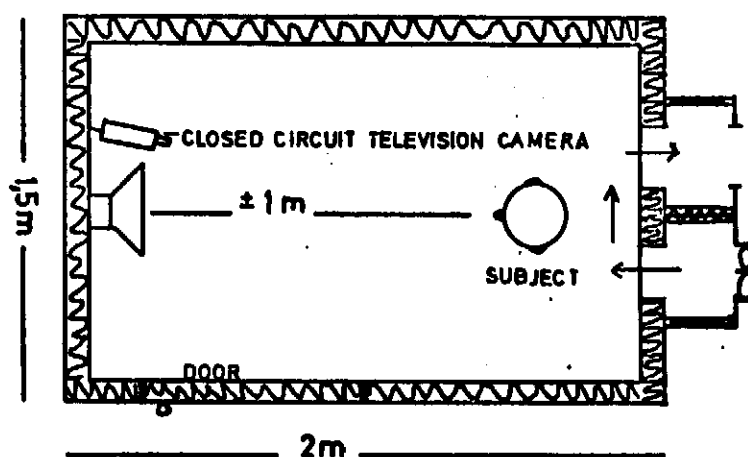
*Nie op vraelys voltooi nie.

(e) Kontrole-vraelys: Alle vraelyste gekoppel aan die toetsinstruksies, is voltooi. Hieruit word afgelei dat die toetslinge in laboratorium 5 'n deeglike begrip het van die aard van eksperimentele toetssessies.

II Laboratoriumopset:

(a) Die toetslokaal:

'n Skematiese voorstelling van die toetslokaal word in Figuur 23 aangetoon:



Figuur 23. Deursnit van die toetslokaal.

(b) Meettoerusting:

(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikaat: Revox

Model: A77

(ii) Verswakker:

Fabrikaat: Hewlett Packard

Model: 350D

(iii) Koppelingstoerusting: (Aanpassingsversterker)

Fabrikaat: PW

Spesifikasie:

Kanaal I

Intreespanning: IV
(effektief)

Verswakking: 15 dB

Uittreespanning: IV

Vervorming: 0,03%

Kanaal II

Intreespanning: IV

Uittreespanning: 0,98 V

Verswakking: 0,2 dB

Vervorming: 0,03%

Ruis: -70 dB relatief tot IV

Maksimum uittreevermoë:

U_x (Maks.) : 3V (eff.) (9,5 K -K) vervorming 0,4%

U_{uit} (Maks.) : 3,71V (eff.) (10,4 K-K)

Intree impedansie: 600 ohm

Uittree impedansie: 600 ohm

(iv) Klankversterker:

Fabrikaat: Quad

Model: 33

(v) Luidspreker:

Fabrikaat: Acoustic Research

Model: AR 2a^x

(vi) Klankdrukpeil meettoerusting:

Fabrikaat: Brüel & Kjaer

Model: 2305

(c) Kalibrering voor en na voltooiing van eksperimente:

Agtergrondgeraaspeil:

Teen 55 dB(A) verwysingspeil: vooraf 38 dB(A),
agterna 38 dB(A)

Teen 75 dB(A) verwysingspeil: vooraf 40 dB(A),
agterna 40 dB(A)

Teen 75 dB(A) verwysingspeil: vooraf 45 dB(A),
agterna 45 dB(A)

(i) Frekwensieweergawe:

Verswakkerstelling: 25

Klankdrukpeil teen 75 dB verwysingspeil: 75 dB

Klankdrukpeil teen 55 dB verwysingspeil: 55 dB

Klankdrukpeil teen 95 dB verwysingspeil: 95 dB

TABEL 23Oktaafband Klankdrukpeile

Frekwensie	Vooraf	Agterna
125 Hz	76	76
250	75	75
500	75	75
1000	75	75
2000	74	74
4000	72	72
8000	68	68

Klankdrukpeile van 55 dB, 75 dB, 95 dB wyeband klanke
respektiewelik:

55 dB (verw.) - vooraf 55 dB, agterna 55 dB

75 dB (verw.) - vooraf 75 dB, agterna 75 dB

95 dB (verw.) - vooraf 95 dB, agterna 95 dB

TABEL 24Suiwertoon Klankdrukpeile

Frekwensie	55 dB (verw.)		75 dB (verw.)		95 dB (verw.)	
	Vooraf	Agterna	Vooraf	Agterna	Vooraf	Agterna
500 Hz	55	55	75	75	95	95
1000 Hz	55	55	75	75	95	95
1250 Hz	56	56	76	76	98	98
2000 Hz	57	57	78	78	100	100
4000 Hz	54	54	73	73	92	92
8000 Hz	54	54	74	74	90	90

(d) Oudiometrie:

Fabrikaat: Maico

Model: MA-17

III Aantal toetse:

'n Totaal van 256 toetsresultate is ontvang, wat versprei is oor al 16 die toetssessies. Laboratorium 5 het dus 'n gemiddelde van 16 toetse per toetsling voltooi.

IV Die aard van toetse:

Alle toetse soos uiteengesit in Bylaag 5, p.246 teen die 95 dB, 75 dB en 55 dB verwysingspeile is toegepas.

V Toetsvolgorde:

Na aanleiding van die tabel van toevallig verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde U gevolg.

F. LABORATORIUM 6

Die volgende inligting en resultate is van laboratorium 6 ontvang:

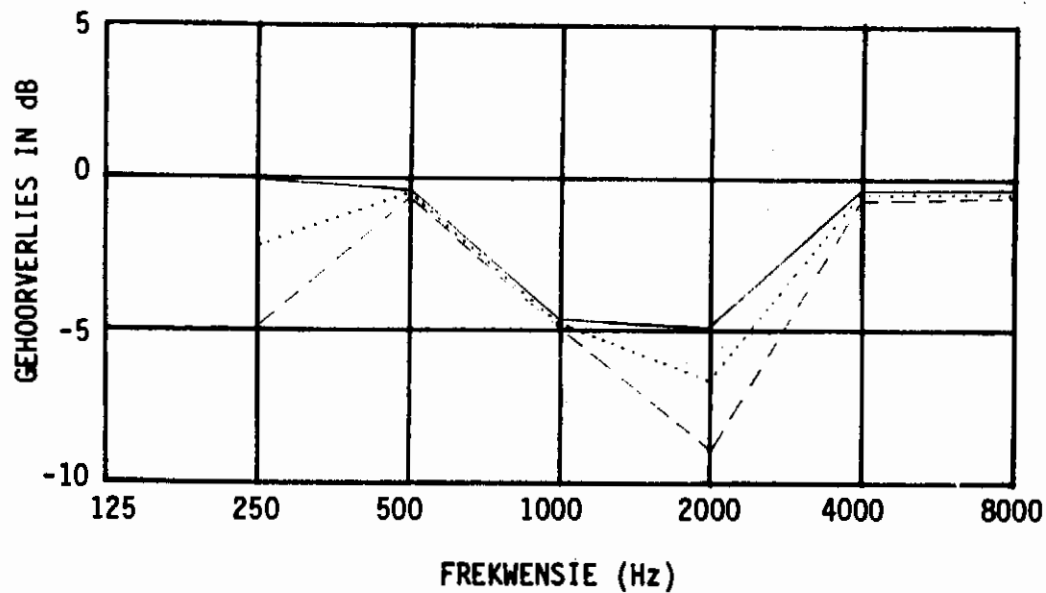
I Proefpersone:

(a) Aantal: 39 Toetslinge, bestaande uit 25 mans en 14 dames.

(b) Ouderdom: Gemiddeld 22,75 jaar.

(c) Oudiometriese kurwe: Die gemiddelde gehoorverlies van proefpersone in laboratorium 6 word in Figuur 24 uiteengesit.

Uit Figuur 24 blyk dat die toetslinge in laboratorium 6 voldoen aan die vereistes vir gehoorverlies, soos uiteengesit in Bylaag 5, p.240.



Linkeroor: -----

Regteroor: _____

Totaal Gemiddelde:

Figuur 24. Gemiddelde gehoorverlies van toetslinge.

(d) Houdingsvraelys aan toetslinge: Die gemiddelde tellings van toetslinge op die vraelys voltooi na afhandeling van die eksperimentele navorsing, word in Tabel 25 uiteengesit:

TABEL 25

Gemiddelde Tellings op die Houdingsvraelys aan Toetslinge

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
1	Belangrikheid van navorsing	7,17
2	Mate van vermoeidheid	3,67
3	Interessantheid van navorsing	6,33
4	Gemak gedurende toetssessies	5,54

Item No.	Item	Gemiddelde Telling
6	Eie oordeel van akkuraatheid	8,08
7	Gewilligheid tot deelname in die toekoms	7,46
8	Mate van verveeldheid	2,92
9	Onderskeidingsvermoë	3,00
10	Houding teenoor terugvoering	7,29
11	Beste gelewer	8,75
12	Aandag afgetrek	2,42
13	Tyd van dag verkies	Saans
14	Geforseerde deelname	1,04
15	Spanning gedurende toetsessies	2,83
16	Interessantheid van toetse	5,75
17	Vrees vir swak prestasie	4,21
18	Houding teenoor waarneming	2,25
19	Eerste vs. laaste toetsessie	Beter
20	Gevoel van bedruktheid	Glad nie

II Laboratoriumopset:

(a) Die toetslokaal:

Weerklankvrye kamer van 10 m³

(b) Meettoerusting:

(i) Bandopnamemasjien:

Fabrikaat: Sony

(ii) Klankversterker:

Fabrikaat: BEAG

(iii) Luidspreker:

Fabrikaat: Quad elektrostaties

(iv) Klankdrukpeil meettoerusting:

Fabrikaat: Brüel & Kjaer

(c) Kalibrering:

Agtergrondgeraaspeil; dB(A) teen 75 dB verwysing: vooraf 44 dB(A);
agterna 44 dB(A).

(d) Frekwensieweergawe:TABEL 26Tertsband Klankdrukpeile

Frekwensie	Klankdrukpeile
125 Hz	78
160	74
200	75
250	71
315	71
400	71
500	70
630	71
800	71
1000	75
1250	73
1600	73
2000	75

Frekwensie	Klankdrukpeil
2500 Hz	74
3150	75
4000	70
5000	71
6300	75
8000	72

TABEL 27Suiwertoon Klankdrukpeile

Frekwensie	75 dB Verwysingspeil
500	74
1000	74
1250	74
2000	76
4000	74
8000	76

III Aantal toetse:

65 Toetsresultate is ontvang, waarin 64 ingesluit kan word by die verwerking van gegewens. Die resultaat van 1 toets is weggelaat weens onvolledige inligting ten opsigte van gelyke luidheidswaardes. 'n Gemiddelde van 1,64 toetse per toetsling is dus voltooi deur laboratorium 6.

IV Die aard van toetsessies:

Weens die gehalte van bestaande toerusting deur laboratorium 6 gebruik, kon die voorgeskrewe vereistes van die projek slegs teen die 55 dB en 75 dB verwysingspeile bereik word. Geen toetse teen die 95 dB verwysingspeil is dus voltooi nie.

V Toetsvolgorde:

Na aanleiding van die tabel van toevallig verspreide toetsvolgordes (Bylaag 5, p.269), is volgorde W gevolg.

G LABORATORIUM 7

Laboratorium 7 is die eerste deelnemende laboratorium wat reageer het met 'n totaal van 177 toetsresultate. Onmiddellik na ontvangs van die resultate, is alle kommunikasie egter verbreek en kan geen kontak bewerkstellig word met die betrokke navorser nie.

Alhoewel hierdie laboratorium dus nie gebruik kan word vir ontleding van sielkundige faktore nie, sal die toetsresultate wel ontleed word vir die doeleindes van die Internasionale Standaardisasie Organisasie.

HOOFSTUK VII

VERGELYKING VAN HOUDINGSVRAELYSGEGEWENS

In hierdie hoofstuk word die gegewens van die houdingsvraelyste van die verskillende groepe toetslinge vergelyk. Vir die doeleindes van die huidige projek is sodanige vergelyking belangrik om die volgende drie redes:

(a) In 'n internasionale luidheidsondersoek waarin verskillende kultuurgroepe van toetslinge en verskillende meettoerusting gebruik word, is dit belangrik om 'n wetenskaplike basis te vind vir die sommering van data van verskillende laboratoriums.

(b) Vergelyking tussen vraelysgegewens sal aantoon of toetsafnemers die instruksies en vereistes van die eksperimentele ontwerp nagevolg het.

(c) Deur middel van 'n onderlinge vergelyking tussen vraelysgegewens van verskillende laboratoriums kan die invloed van kulturele verskille tussen volke op luidheidsnavorsing ondersoek word.

Die vergelyking tussen vraelysgegewens hieronder uiteengesit, is slegs vir 6 van die 7 deelnemende laboratoria deurgevoer. Geen vraelyste is van laboratorium 7 ontvang nie en geen verdere kontak kon met hierdie laboratorium bewerkstellig word na inlewering van gelyke luidheidsgegewens nie.

Verwerking van die vraelysgegewens word baseer op die sommasie model van Likert (1932). Nie alleen is hierdie metode eenvoudig om te gebruik nie, maar is volgens Nunnally (1970) ook 'n hoogs betroubare metode wat gebruik kan word vir die bepaling van 'n wye verskeidenheid van houdings. Deur die sommasie model, word toepaslike items van 'n vraelys bymekaar getel vir die bepaling van totale en gemiddelde tellings. Omskakeling van die tellings van negatiewe itemstellings word toegelaat sodat alle skaalwaardes in dieselfde rigting interpreteer kan word. Die samestelling van

die houdingsvraelys aan toetslinge is reeds bespreek op bladsy 78 en verskyn ook in Bylaag 5, p.262. Vervolgens word die ontleding van vraelysgewens uiteengesit:

A. DIE HOUDING VAN TOETSLINGE TENOOR DIE NAVORSINGSPROJEK

Items 1, 3, 5, 6, 7, 11 en 16 van die houdingsvraelys aan toetslinge is ontwerp vir die bepaling van die houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek. Die gemiddelde houding van toetslinge op hierdie items, soos uitgedruk op 'n 9-punt skaal, word per individuele laboratorium in Tabel 28 uiteengesit:

TABEL 28

Gemiddelde Houding van Toetslinge teenoor die Navorsingsprojek

Laboratorium	1	2	3	4	5	6
Aantal vraelyste	26	25	29	35	16	24
Gemiddelde telling	7,35	6,18	7,49	7,28	7,49	7,19

Uit Tabel 28 blyk dat gemiddeld geen negatiewe houding teenoor die navorsingsprojek deur enige laboratorium rapporteer word nie. Alhoewel alle gemiddelde tellings bokant 'n 5-waarde op die 9-punt skaal aangedui word, is dit vir die doeleindes van die huidige projek nodig om te bepaal of daar 'n beduidende verskil tussen die positiewe houdings van toetslinge bestaan. 'n Variansieontleding van bostaande gegewens word in Tabel 29 aangetoon:

TABEL 29

Variansieontleding van die Gemiddelde Houding van Toetslinge teenoor die Navorsingsprojek

Soort Variansie	Som van kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariansie	F
Tussen groepe	30,5134	5	6,1027	6,1263*
Binne groepe	148,4269	149	0,9962	

* $p < ,01$

Uit Tabel 29 blyk dat daar beduidende verskille tussen die 6 groepe toetslinge se gemiddelde houdings teenoor die navorsingsprojek bestaan ($p < ,01$). Hierdie verskille word verder ontleed volgens Scheffé (1959) se "a posteriori" metode van variansieontleding, en in Tabel 30 uiteengesit:

TABEL 30

Beduidendheid van Verskille tussen Laboratoriums
ten opsigte van Houding teenoor die Navorsingsprojek

Laboratorium	F-waardes					
	1	2	3	4	5	6
1	-					
2	17,56*					
3	0,27	23,23*				
4	0,08	17,72*	0,72			
5	0,19	16,97*	0,00	0,50		
6	0,32	12,60***	1,19	0,12	0,88	

* $p < ,05$

*** $p < ,01$

Die berekening van die F-waardes in bostaande tabel is bepaal deur middel van die formule:

$$F = t^2 = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{\frac{S_b^2}{n_1} + \frac{S_b^2}{n_2}}$$

waar S_b^2 = skatting van groepvariëansie binne groepe.

Volgens die F-tabelle is $F_{,05} = 2,27$ en $F_{,01} = 3,14$. Die kritiese beduidendheidswaarde F^1 volgens die Scheffé (1959) metode word bepaal deur die formule:

$$F^1 = (k - 1) F$$

waar k = aantal groepe

$$\therefore F^1_{,05} = 11,35$$

$$\text{en } F^1_{,01} = 15,70$$

Uit Tabel 30 blyk dat die gemiddelde houding van toetslinge in laboratorium 2 beduidend verskil van laboratoriums 1, 3, 4 en 5 ($p < ,05$) en ook beduidend verskil van laboratorium 6 ($p < ,01$). 'n Moontlike verklaring vir hierdie beduidend minder positiewe houding van toetslinge in laboratorium 2 is dat toetslinge finansieel vergoed is vir deelname aan die ondersoek. Laboratorium 2 kon geen toetslinge op 'n vrywillige grondslag bekom nie, en moes noodgedwonge van vergoeding by rekrutering van toetslinge gebruik maak. Uit Tabel 30 blyk verder dat daar geen beduidende verskille tussen laboratorium 1, 3, 4, 5 en 6 voorkom ten opsigte van die houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek nie. Alhoewel die toetslinge in laboratorium 2 nie negatief ingestel is teenoor die navorsingsprojek nie, maar slegs beduidend minder positief is as ander laboratoriums, sal in Hoofstuk VIII spesiale aandag gegee word aan die gelyke luidheidsresultate van hierdie laboratorium.

B. DIE KONTROLE OP TOETSAFNEMERS

Die mate waartoe toetsafnemers die vereistes en instruksies van die ondersoek nagevolg het, word kontroleer deur 'n aantal items in die houdingsvraelys aan toetslinge en in die volgende kategorieë verdeel:

- (i) Geforseerde deelname (item 14 van die vraelys).
- (ii) Spanning en vermoeidheid (items 2, 4, 8, 9, 15 en 17 van die vraelys).
- (iii) Houding teenoor waarneming deur toetsafnemers (items 10 en 18 van die vraelys).

(iv) Aandag afgetrek deur buitefaktore (item 12 van die vraelys).

(v) Konstantheid in oordeel (item 19 van die vraelys).

(vi) Claustrofobiese neigings (item 20 van die vraelys).

Die afsonderlike ontleding van hierdie kategorieë word hieronder uiteengesit:

(i) Geforseerde deelname:

Die mate waartoe druk uitgeoefen is op toetslinge om deel te neem aan die eksperimentele navorsing word in Tabel 31 uiteengesit.

TABEL 31

Geforseerde Deelname

Laboratorium	1	2	3	4	5	6
Aantal toetslinge	26	25	29	35	16	24
Gemiddelde telling	1,69	1,72	1,41	2,26	1,50	1,04

Uit Tabel 31 blyk dat geen laboratorium 'n sterk drukuitoefening rapporteer op 'n 9-punt skaal nie. 'n Verdere verwerking van hierdie gegewens word in Tabel 32 uiteengesit:

TABEL 32

Variansieontleding van Gegewens oor Geforseerde Deelname tussen Verskillende Groepe Toetslinge

Soort variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariensie	F
Tussen groepe	23,9301	5	4,7860	2,3990**
Binne groepe	297,2570	149	1,9950	

**p<,05

Uit Tabel 32 blyk dat beduidende verskille voorkom tussen laboratoria ten opsigte van geforseerde deelname ($p < 0,05$). Alhoewel $F = 2,3990$ baie naby is aan die kritiese $F_{0,05} = 2,27$, is dit nogtans wenslik om hierdie geringe beduidendheid verder te ontleding volgens die Scheffé (1959) metode van variansieontleding. Hierdie ontleding word in Tabel 33 uiteengesit:

TABEL 33

Beduidendheid van Verskille tussen Laboratoriums ten opsigte van Geforseerde Deelname

Laboratorium	F-waardes					
	1	2	3	4	5	6
1						
2	0,01					
3	0,53	0,63				
4	2,38	2,12	5,65			
5	0,81	0,24	0,04	3,15		
6	2,65	2,82	0,91	10,53	1,01	

Die kritiese waarde van $F_{0,05}^1 = 11,35$. Aangesien geen F-waarde in Tabel 33 hierdie kritiese waarde oorskry nie, toon hierdie fyner ontleding van die gegewens dat daar geen beduidende verskil tussen laboratoriums voorkom ten opsigte van geforseerde deelname nie.

(ii) Spanning en vermoeidheid:

Die mate van spanning en vermoeidheid deur toetslinge ondervind tydens toetssessies, word in Tabel 34 uiteengesit:

TABEL 34Spanning en Vermoeidheid

Laboratorium	1	2	3	4	5	6
Aantal toetslinge	26	25	29	35	16	24
Gemiddelde telling	3,36	3,95	3,50	3,86	3,70	3,52

Uit bostaande gegewens blyk dat toetslinge oor die algemeen op die 9-punt skaal rapporteer dat hulle nie 'n hoë mate van spanning en vermoeidheid ondervind gedurende toetssessies nie.

Hierdie gegewens word verder ontleed in Tabel 35 om te bepaal of daar beduidende verskille bestaan tussen laboratoriums ten opsigte van spanning en vermoeidheid.

TABEL 35

Variansieontleding van Gegewens ten opsigte van
Spanning en Vermoeidheid ondervind gedurende Toetssessies

Soort variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariensie	F
Tussen groepe	7,1934	5	1,4387	1,0944
Binne groepe	195,8728	149	1,3146	

Uit Tabel 35 blyk dat daar geen beduidende verskil in spanning en vermoeidheid tussen laboratoriums voorkom nie. Alhoewel dit vanuit die aard van die ondersoek nie moontlik is om spanning en vermoeidheid uit te skakel nie, het die toetsafnemers van die onderskeie laboratoriums dus die vereistes soos gestel in die metode van ondersoek, nagekom.

(iii) Houding teenoor waarneming deur toetsafnemers:

Die ontleding van gegewens ten opsigte van hierdie faktor word slegs ge-

doen vir laboratoriums 1, 2, 3, 5 en 6. Laboratorium 4 kon vanuit die aard van die laboratoriumuitleg die toetslinge nie waarneem nie en die items ten opsigte van waarneming is dus nie op die vraelyste voltooi nie. Die gemiddelde houding teenoor waarneming vir die ander laboratoriums word in Tabel 36 uiteengesit:

TABEL 36

Houding teenoor Waarneming deur Toetsafnemers

Laboratorium	1	2	3	5	6
Aantal toetslinge	26	25	29	16	24
Gemiddelde telling	2,94	2,84	4,29	3,88	2,69

Uit Tabel 36 blyk dat toetslinge nie oormatig beïnvloed is deur die waarneming van toetsafnemers nie. 'n Variansieontleding van hierdie gegewens word in Tabel 37 uiteengesit om te bepaal of beduidende verskille tussen groepe voorkom ten opsigte van die houding teenoor waarneming.

TABEL 37

Variansieontleding van Gegewens ten opsigte van die Houding van Toetslinge teenoor Waarneming deur Toetsafnemers

Soort variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariensie	F
Tussen groepe	51,4596	4	12,8649	6,1150*
Binne groepe	241,9383	115	2,1038	

* $p < ,01$

Uit Tabel 37 blyk dat beduidende verskille tussen die houdings van die onderskeie groepe toetslinge teenoor die waarneming deur toetsafnemers voor-

kom. 'n Verdere ontleding van hierdie gegewens word volgens die Scheffé (1959) metode bepaal en in Tabel 38 uiteengesit.

TABEL 38

Beduidendheid van Verskille tussen Laboratoriums ten opsigte van die Houding teenoor Waarneming deur Toetsafnemers

Laboratorium	1	2	3	5	6
1					
2	0,06				
3	11,90*	13,40***			
5	4,20	4,97	0,85		
6	0,38	0,14	16,08***	6,45	

* $p < ,05$

*** $p < ,01$

Die kritiese waarde van $F^1_{,05} = 10,76$ en $F^1_{,01} = 12,18$. Uit Tabel 38 blyk dat 'n beduidende verskil voorkom ten opsigte van hierdie gegewens tussen laboratoriums 1 en 3 ($p < ,05$) en dat beduidende verskille ook voorkom tussen laboratoriums 2 en 3 sowel as tussen laboratoriums 3 en 6 ($p < ,01$). Hierdie resultate toon dat die toetslinge in laboratorium 3 beduidend meer negatief ingestel is teenoor waarneming deur toetsafnemers as alle ander laboratoriums behalwe laboratorium 5. In die kommentaar van toetslinge in laboratorium 3 op die vraelys word aangedui dat min of geen terugvoering van die toetsafnemer ontvang is nie. Die resultate in Tabel 38 dui dus daarop dat die mate van ongemak veroorsaak deur waarneming van toetslinge in luidheidsnavorsing, verlig word deur terugvoering of kennis van resultate.

(iv) Aandag afgetrek deur buitefaktore:

Die gemiddelde reaksie van toetslinge teenoor die invloed van buitefaktore op konsentrasievermoë gedurende eksperimentele toetssessies word in Tabel 39 uiteengesit:

TABEL 39Aandag afgetrek deur Buitefaktore

Laboratorium	1	2	3	4	5	6
Aantal toetslinge	26	25	29	35	16	24
Gemiddelde	2,35	2,68	1,79	3,00	2,63	2,42

Uit bostaande gegewens blyk dat toetslinge oor die algemeen min gesteur is deur buitefaktore gedurende eksperimentele toetssessies, soos aangedui op 'n 9-punt skaal. 'n Verdere ontleding van hierdie gegewens word in Tabel 40 aangedui:

TABEL 40

Variansieontleding van Gegewens oor Aandag
Afgetrek gedurende Eksperimentele Toetssessies

Soort variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariensie	F
Tussen groepe	25,0431	5	5,0086	1,3430
Binne groepe	555,665	149	3,7293	

Uit Tabel 40 blyk dat daar by geen laboratorium 'n beduidende groter bron van eksterne steuring voorkom as by ander laboratoriums nie. Hierdie resultate dui daarop dat toetsafnemers die vereistes ten opsigte van agtergrondgeraaspeil in toetslokale nagekom het.

(v) Konstantheid in oordeel:

Hierdie item is toegevoeg tot die vraelys om die toetsling se eie evaluering van prestasie gedurende sy eerste versus sy laaste toetssessie te bepaal. In hierdie geval is gebruik gemaak van 'n 5-kategorie verbale beoordelingskaal. Die gemiddelde reaksies van toetslinge in die onderskeie laboratoriums word in Tabel 41 uiteengesit:

TABEL 41Konstantheid in Oordeel van Eerste vs. Laaste Toetssessies

Laboratorium	1	2	3	4	5	6
Gemiddelde Reaksie	die-selfde	die-selfde	die-selfde	die-selfde	dieselfde/beter	die-selfde

Dieselfde gemiddelde reaksie ten opsigte van hierdie item kom by alle laboratoriums voor, behalwe by laboratorium 5 waar 'n gemiddelde reaksie van dieselfde/beter reaksie verkry word. As in aanmerking geneem word dat die toetslinge in laboratorium 5 alle toetse afgeleë het, kan verwag word dat 'n meer vaardige reaksie deur toetslinge aangedui sal word.

(vi) Gevoel van bedruktheid:

Hierdie item is toegevoeg tot die vraelys om te bepaal of toetsafnemers voorsorg getref het dat geen toetsling met claustrofobiese neigings aanvaar word vir eksperimentele navorsing nie. Aangesien geen toetsling in enige laboratorium 'n oormatige gevoel van bedruktheid aandui op die vraelys nie, kan aanvaar word dat toetsafnemers wel die instruksies ten opsigte van hierdie neiging gevolg het en dat geen persoon wat volgens sy eie kommentaar aan claustrofobiese neigings ly, aanvaar is vir eksperimentele deelname nie.

Uit die voorafgaande ontleding van die kontrole op toetsafnemers, blyk dat geen beduidende verskil tussen groepe toetslinge ten opsigte van enige van subgroepeerings van kontrolemeganismes voorkom nie, behalwe in die geval van laboratorium 3 ten opsigte van houding teenoor waarne-
ming deur toetsafnemers.

Vir die doeleindes van die huidige projek wat strewe na 'n sommering van die gegewens van verskillende laboratoria, is hierdie bevindinge belangrik. Kontrole items in die houdingsvraelys aan toetslinge vorm 'n onafhanklike bron van inligting wat oor die algemeen aantoon dat toetsafnemers die instruksies en vereistes van die huidige ondersoek noukeurig gevolg het.

Alhoewel die invloed van die toetsafnemer op eksperimentele navorsing soos in Hoofstuk III verduidelik, nie elimineer kan word nie, kan aanvaar word dat hierdie invloed gelykmatig verspreid voorkom oor die totale "Round Robin" projek en nie beduidende verskille in gelyke luidheidsresultate tussen laboratoria tot gevolg sal hê nie.

BRONNELYS

1. Likert, R.: A technique for measurement of attitudes. Archives of Psychology, 1932, 140.
2. Nunnally, J.L. (Jr.): Introduction to Psychological Measurement. McGraw-Hill, New York, 1970.
3. Scheffé, H.: A method for judging all contrasts in the analysis of variance. Biometrika, 1953.

HOOFSTUK VIII

ONTLEDING VAN GELYKE LUIDHEIDSGEGEWENS

A. DIE REKENAARPROGRAM

Die gegewens wat vir die huidige ondersoek versamel is, is van so 'n omvang dat dit nie verwerk kan word sonder 'n uitgebreide rekenaarprogram nie. Hierbenewens bestaan daar ook geen standaardprogram wat toegepas kan word op die huidige ondersoek nie. Gevolglik moes 'n spesiale rekenaarprogram ontwikkel word wat gelyke luidheidswaardes* van toetslinge herlei na elk van die agtien meetmetodes wat in die ondersoek evalueer word. Hierdie rekenaarprogram verrig die volgende funksies:

- (a) Die berekening van gemiddelde waardes en standaardafwykings van die individuele gelyke luidheidswaardes vir elke toetsklank in elke toetssessie.
- (b) Die berekening van gelyke luidheidspeil*** vir elke gelyke luidheidswaarde, relatief tot die verwysingspeile (55 dB, 75 dB, 95 dB) van toepassing op elke toetsklank.
- (c) Die aanpassing van (b) deur middel van tegniese laboratoriumkorreksies.
- (d) Die verwerking van elke aangepaste gelyke luidheidspeil na elkeen van die 18 verskillende meetmetodes van luidheid.
- (e) Die berekening van gemiddelde waardes en standaardafwykings van die gekorrigeerde gelyke luidheidspeile vir elkeen van die 18 verskillende meetmetodes van luidheid relatief tot die 55 dB, 75 dB en 95 dB verwysingspeile.

*Die attenuasielesing in dB wanneer 'n toetsklank gelyk in luidheid beoordeel word aan die verwysingsklank.

***Die toepaslike verwysingspeil minus die gelyke luidheidswaarde. Op die 55 dB verwysingspeil is 'n gelyke luidheidswaarde van -2 byvoorbeeld gelyk aan 'n gelyke luidheidspeil van 57 dB.

(f) Die groepering van gelyke luidheidsresultate vir elkeen van die 18 meeteenhede van luidheid in die volgende kategorieë:

(i) Die 75 dB verwysingspeil:

(a) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme. Toetse 1 en 2 (6 toetsklanke).

(b) Maskering. Toetse 3, 4 en 5 (9 toetsklanke).

(c) Intermaskering. Toetse 6, 7, 8 en 9 (12 toetsklanke).

(ii) Die 55 dB verwysingspeil:

(a) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme. Toets 11 (3 toetsklanke).

(b) Maskering. Toets 12 (3 toetsklanke).

(c) Intermaskering. Toets 13 (3 toetsklanke).

(iii) Die 95 dB verwysingspeil:

(a) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme. Toets 14 (3 toetsklanke).

(b) Maskering. Toets 15 (3 toetsklanke).

(c) Intermaskering. Toets 16 (3 toetsklanke).

(g) 'n Verdere groepering van die gegewens vir elkeen van die 18 meeteenhede van luidheid in die volgende kategorieë:

(i) Die 75 dB verwysingspeil. Toetse 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (27 toetsklanke).

(ii) Die 55 dB verwysingspeil. Toetse 11, 12 en 13 (9 toetsklanke).

(iii) Die 95 dB verwysingspeil. Toetse 14, 15 en 16 (9 toetsklanke).

(h) Die berekening van gemiddelde waardes en standaardafwykings van elkeen van die 18 meeteenhede vir elke kategorie uiteengesit in (f) en (g).

(i) Die berekening van die totale variansie oor alle toetse behalwe toets 10 wat uit 3 variërende toetsklanke bestaan.

(j) Die berekening van die totale variansie van alle toetse, insluitend toets 10.

B. DIE SOMMERINGSPROBLEEM VAN DIE HUIDIGE ONDERSOEK

Uit die voorafgaande beskrywing van die rekenaarprogram blyk dat die gegewens eers korrigeer word deur middel van 'n tegniese laboratoriumkorreksie, voordat dit verwerk word na die 18 verskillende meeteenhede van luidheid. Hierdie korrigerende van gegewens het 'n fundamentele invloed op die sommering van gegewens oor verskillende laboratoria en word vervolgens bespreek:

(i) Tegniese laboratoriumkorreksies:

Reeds in Hoofstuk IV is vermeld dat in 'n internasionale ondersoek oor luidheid waarby verskillende laboratoria ingeskakel word, dit nie moontlik is om absolute eenvormigheid in meettoerusting te verkry nie. Alhoewel elke laboratorium moes voldoen aan streng vereistes soos uiteengesit in Bylaag 5, kan nie sondermeer aanvaar word dat daar geen verskille tussen laboratoriumgegewens bestaan ten opsigte van die onafhanklike veranderlikes wat in die metode van ondersoek voorkom nie.

Ten einde sodanige verskille tussen laboratoria te kontroleer, is vereis dat elke toetsafnemer 'n tertsband of oktaafbandanalise van die toetslokaaluitvoer ten opsigte van die volgende middelfrekwensies:

50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz, 1250 Hz, 1600 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz, 4000 Hz, 5000 Hz, 6300 Hz en 8000 Hz. (Sien ook Bylaag 6, p.297)

'n Totaal van 23 middelfrekwensies wat die hele spektrumomvang van die ondersoek dek, is dus deur toetsafnemers uitgevoer. Enige afwykings vanaf 'n plat akoestiese prikkel word in die verwerking van gelyke luidheidsgegevens as tegniese laboratoriumkorreksies toegepas. Alhoewel wetenskaplik korrek, plaas hierdie korrigering van data 'n beperking op die sommering van gegewens oor alle laboratoria.

Die voorkoms van 'n tegniese laboratoriumkorreksie beteken prakties dat die intensiteit van 'n vergelykingsklank nie presies dieselfde is van laboratorium tot laboratorium nie. Gevolglik is dit nie moontlik om alle gelyke luidheidsresultate saam te groepeer indien laboratoriumkorreksies beduidende verskille in resultate veroorsaak nie.

Vir hierdie doel is die beduidendheid van verskille tussen resultate met en sonder laboratoriumkorreksies vir elkeen van die ses individuele laboratoria bereken om die invloed van tegniese laboratoriumkorreksies op toetsresultate te bepaal. Die resultate van laboratorium 7 word nie hierby ingesluit nie omdat geen tegniese laboratoriumkorreksies deur hierdie laboratorium rapporteer is nie. Hierdie ontleding word afsonderlik vir elkeen van die 55 dB, 75 dB en 95 dB verwysingspeile in Tabelle 42, 43 en 44 uiteengesit:

TABEL 42

Beduidendheid van Verskille tussen Resultate met en sonder
Laboratoriumkorreksies op die 55 dB Verwysingspeil

Meeteenheid	t-waardes					
	L a b o r a t o r i u m					
	1	2	3	4	5	6
Liniër	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBA	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBd	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwicker	∞	0,12	0,11	0,11	0,06	0,28
Stevens	∞	0,04	0,14	0,01	0,06	0,18
PNdB	∞	0,03	0,31	0,32	0,36	1,14

dBA	ISO KORREKSIES	::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBd		::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stevens		::	0,04	0,14	0,01	0,06	0,18
PNdB		::	0,03	0,31	0,32	0,36	1,14
dBA	FAA KORREKSIES	::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBd		::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stevens		::	0,06	0,03	0,04	0,01	0,09
PNdB		::	0,04	0,28	0,22	0,27	0,69
dBA	KRYTER KORREKSIES	::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBd		::	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stevens		::	0,10	0,02	0,10	0,01	0,05
PNdB		::	0,14	0,22	0,07	0,30	0,60

GV=16 GV=16 GV=16 GV=16 GV=16

*Laboratorium 1 het geen toetse teen die 55 dB verwysingspeil afgeneem nie.

Uit Tabel 42 blyk dat tegniese laboratoriumkorreksies geen beduidende verskille in resultate teen die 55 dB verwysingspeil veroorsaak nie.

TABEL 43

Beduidendheid van Verskille tussen Resultate met en sonder
Laboratoriumkorreksies op die 75 dB Verwysingspeil

Meeteenheid	t-waardes					
	L a b o r a t o r i u m					
	1	2	3	4	5	6
Liniêr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dBd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwicker	0,02	0,28	0,11	0,10	0,11	0,13
Stevens	0,13	0,22	0,00	0,05	0,02	0,07
PNdB	0,55	0,03	0,15	0,01	0,10	0,22
dBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
dBd	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00
Stevens	0,13	0,22	0,05	0,05	0,03	0,07
PNdB	0,45	0,03	0,15	0,01	0,11	0,22

dBA	ISO KORREKSIES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
dBD		0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00
Stevens		0,13	0,22	0,05	0,05	0,03	0,07
PNdB		0,45	0,03	0,15	0,01	0,11	0,22
dBA	FAA KORREKSIES	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
dBD		0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
Stevens		0,23	0,03	0,11	0,36	0,11	0,15
PNdB		0,02	0,36	0,07	0,80	0,09	0,16
dBA	KRYTER KORREKSIES	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
dBD		0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
Stevens		0,20	0,23	0,07	0,39	0,13	0,13
PNdB		0,74	0,05	0,06	0,63	0,08	0,11
		GV=34	GV=58	GV=58	GV=58	GV=58	GV=58

Die aantal G.V. vir laboratorium 1 is minder as die G.V. van die ander laboratoriums omdat laboratorium 1 slegs 18 van die 30 toetsklanke teen die 75 dB verwysingspeil ondersoek het. Uit Tabel 43 blyk dat tegniese laboratoriumkorreksies geen beduidende verskille tussen resultate veroorsaak wat teen die 75 dB verwysingspeil afgeneem is nie.

TABEL 44

Beduidendheid van Verskille tussen Resultate met en sonder Laboratoriumkorreksies op die 95 dB Verwysingspeil

Meeteenheid	t-waardes					
	L a b o r a t o r i u m					
	1	2	3	4	5	6
Liniêr	∞	∞	0,00	0,00	0,00	∞
dBA	∞	∞	0,00	0,00	0,00	∞
dBA	∞	∞	0,00	0,00	0,00	∞
Zwicker	∞	∞	0,01	0,02	0,02	∞
Stevens	∞	∞	0,04	0,02	0,05	∞
PNdB	∞	∞	0,02	0,02	0,00	∞

dBA	ISO KORREKSIES	*	*	0,00	0,00	0,00	*
dBD		*	*	0,00	0,00	0,00	*
Stevens		*	*	0,04	0,02	0,05	*
PNdB		*	*	0,02	0,02	0,00	*
dBA	FAA KORREKSIES	*	*	0,00	0,00	0,00	*
dBD		*	*	0,00	0,00	0,00	*
Stevens		*	*	0,03	0,01	0,03	*
PNdB		*	*	0,02	0,01	0,11	*
dBA	KRYTER KORREKSIES	*	*	0,00	0,00	0,00	*
dBD		*	*	0,00	0,00	0,00	*
Stevens		*	*	0,01	0,02	0,01	*
PNdB		*	*	0,04	0,02	0,06	*

GV=16 GV=16 GV=16

*Laboratoriums 1, 2 en 6 kon met bestaande meettoerusting nie voldoen aan die vereistes gestel vir die ondersoek op die 95 dB verwysingspeil nie. Gevolglik is geen toetse afgeneem vir hierdie bepaalde klanke nie.

Uit Tabel 44 blyk dat tegniese laboratoriumkorreksies geen beduidende verskille in resultate teen die 95 dB verwysingspeil veroorsaak nie.

Uit die voorafgaande vergelyking van tegniese laboratoriumkorreksies is dit duidelik dat die toetsafnemers die tegniese vereistes van die projek streng nagevolg het en dat die tegniese verskille wat daar tussen laboratoriumgegewens bestaan, so gering is dat dit nie 'n beperking plaas op die sommering van gegewens van die 6 betrokke laboratoriums nie.

In die geval van laboratorium 1 is egter 'n konstante fout opgespoor ten opsigte van die toetsprosedure, wat nie reggestel kan word nie. 'n Verduideliking van die uitsluiting van gegewens in laboratorium 1 word in die volgende stappe uiteengesit:

(a) Voorlopige gelyke luidheidsspeile van laboratorium 1 is almal presies 70 dB.

(b) Hieruit kan afgelei word dat die voorlopige luidheidsbalans nie gedoen is deur die voorgeskrewe verswakker nie.

(c) Die gelyke luidheidswaardes van laboratorium 1 is deurgaans simmetries versprei rondom 'n 0-waarde.

(d) Aangesien die werklike voorlopige gelyke luidheidswaardes nie vasgestel kan word nie, kan die gelyke luidheidsresultate van laboratorium 1 nie met ander laboratoria vergelyk word nie. In die ontleding van gelyke luidheidsresultate soos hieronder uiteengesit, word die gegewens van laboratorium 1 dus uitgesluit.

(ii) Beduidendheid van verskille tussen gelyke luidheidswaardes:

As finale toets vir die sommering van gegewens, is 'n vergelyking gedoen tussen die gelyke luidheidswaardes van die verskillende laboratoriums voordat enige laboratoriumkorreksie aangebring is. Hierdie toets is spesifiek gedoen om te bepaal of die gegewens van laboratorium 7 ingeskakel kan word by die verwerking van gegewens. Meer eens is die vergelyking gedoen vir elkeen van die afsonderlike verwysingspeile van 55 dB, 75 dB en 95 dB respektiewelik en word in Tabela 45 tot 52 uiteengesit:

TABEL 45

Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van
Toetsklanke op die 55 dB Verwysingspeil

Laboratorium	2	3	4	5	6	7
Aantal toetsklanke	9	9	9	9	9	9
Gemiddelde waarde	39,99	48,12	46,12	50,67	46,11	48,87

Die gegewens in Tabel 45 word verder ontleed om te bepaal of daar beduidende verskille tussen laboratoriums voorkom ten opsigte van gelyke luidheidwaardes op die 55 dB verwysingspeil

TABEL 46

Variansieontleding van Gelyke Luidheidswaardes op die 55 dB Verwysingspeil

Soort Variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariansie	F
Tussen groepe	612,1163	5	122,4233	6,0548**
Binne groepe	970,5296	48	20,2194	

** $p < ,01$

Uit Tabel 46 blyk dat beduidende verskille voorkom tussen die gelyke luidheidswaardes van verskillende laboratoriums op die 55 dB verwysingspeil ($p < ,01$). 'n Verdere ontleding van hierdie gegewens word volgens die Scheffé (1959) metode gedoen en in Tabel 47 uiteengesit:

TABEL 47

Beduidendheid van Verskille tussen Gelyke Luidheidswaardes op die 55 dB Verwysingspeil

Laboratorium	F-waardes					
	2	3	4	5	6	7
2						
3	14,73**					
4	9,07	0,68				
5	25,42***	1,45	4,12			
6	8,35	0,90	0,02	4,63		
7	17,54***	0,12	1,39	0,73	1,69	

** $p < ,05$

*** $p < ,01$

Die kritiese waardes van $F^1_{,05} = 12,05$ en $F^1_{,01} = 17,10$. Uit Tabel 47 blyk dat die gegewens van laboratorium 2 beduidend verskil van laboratorium 3 ($p < ,05$) en ook beduidend verskil van laboratoriums 5 en 7 ($p < ,01$). Geen beduidende verskille kom egter voor tussen laboratoriums 3, 4, 5, 6 en 7 ten opsigte van gelyke luidheidswaardes op die 55 dB verwysingspeil nie.

TABEL 48

Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van
Toetsklanke op die 75 dB Verwysingspeil

Laboratorium	2	3	4	5	6	7
Aantal toetsklanke	30	30	30	30	30	30
Gemiddelde waarde	59,65	65,65	67,97	68,02	65,53	65,86

Die gegewens in Tabel 48 word verder ontleed om te bepaal of daar beduidende verskille tussen laboratoriums voorkom ten opsigte van gelyke luidheidswaardes op die 75 dB verwysingspeil.

TABEL 49

Variansieontleding van Gelyke Luidheidswaardes op die 75 dB Verwysingspeil

Soort Variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariansie	F
Tussen groepe	1403,8582	5	280,7716	13,4026*
Binne groepe	3645,1270	174	20,9490	

* $p < ,01$

Uit Tabel 49 blyk dat daar beduidende verskille tussen laboratoriums bestaan ten opsigte van gelyke luidheidswaardes wat teen die 75 dB verwysingspeil gevind is ($p < ,01$). Hierdie beduidende verskille word verder ontleed deur die Scheffé (1959) metode en in Tabel 50 uiteengesit:

TABEL 50

Beduidendheid van Verskille tussen Gelyke Luid-
heidswaardes op die 75 dB Verwysingspeil

Laboratorium	F-waardes					
	2	3	4	5	6	7
2						
3	25,77*					
4	49,53*	3,85				
5	50,15*	4,02	0,00			
6	24,78*	0,01	4,24	4,43		
7	27,64*	0,03	3,17	3,33	0,08	

* $p < ,01$

Die kritiese waarde van $F^{1,01} = 15,70$. Uit Tabel 50 blyk dat die gegewens van laboratorium 2 beduidend verskil van die gegewens van laboratorium 3, 4, 5, 6 en 7 ($p < ,01$). Geen beduidende verskille kom egter voor tussen die ander laboratoriums ten opsigte van gelyke luidheidswaardes op die 75 dB verwysingspeil nie.

TABEL 51

Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van
Toetsklanke op die 95 dB Verwysingspeil

Laboratorium	2	3	4	5	6	7
Aantal toetslinge	∞	9	9	9	∞	9
Gemiddelde waarde		86,50	84,95	89,50		87,20

*Laboratoria 2 en 6 het geen toetse teen die 95 dB verwysingspeil afgeneem nie.

Die gegewens in Tabel 51 word verder ontleed om te bepaal of daar beduidende verskille voorkom tussen die vier laboratoriums wat toetse teen die 95 dB verwysingspeil afgeneem het.

TABEL 52

Variansieontleding van Gelyke Luidheids-
waardes op die 95 dB Verwysingspeil

Soort Variansie	Som van Kwadrate	G.V.	Skatting van Groepvariansie	F
Tussen groepe	118,0624	3	39,3541	1,8092
Binne groepe	696,0559	32	21,7517	

Uit Tabel 52 blyk dat daar geen beduidende verskille voorkom tussen die gelyke luidheidswaardes van die onderskeie laboratoriums teen die 95 dB verwysingspeil nie.

Uit die voorafgaande vergelyking van gelyke luidheidswaardes tussen laboratoriums, is dit duidelik dat die gegewens van laboratorium 7 wel ingesluit kan word vir finale verwerking van gegewens. Die gegewens van laboratorium 2 moet egter bevraagteken word omdat hierdie laboratorium telkens beduidend verskil van die resultate van ander laboratoriums. Reeds in Hoofstuk VII is gevind dat die gemiddelde houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek in laboratorium 2 beduidend verskil van ander laboratoriums.

Aangesien slegs laboratorium 2 as geïsoleerde geval beduidend verskil van ander laboratoriums, kan die oorsaak vir beduidendheid nie gesoek word in kulturele verskille nie. Tydens 'n spesiale besoek aan hierdie laboratorium, is vasgestel dat daar 'n konstante fout voorkom in die bepaling van gelyke luidheidswaardes van hierdie laboratorium. In die lig hiervan, sowel as die resultate van die voorafgaande vergelyking tussen groepe, is

besluit om die gelyke luidheidsresultate van hierdie laboratorium te elimineer vir die doeleindes van die huidige projek. Vir die evaluering van die verskillende meetmetodes van luidheid, word dus gebruik gemaak van die gegewens van laboratoria 3, 4, 5, 6 en 7.

C. EVALUERING VAN GELYKE LUIDHEIDSWAARDES:

Die finale monster van gelyke luidheidswaardes na eliminerings van laboratoria 1 en 2, word hieronder uiteengesit:

(i) Die monster van gelyke luidheidswaardes:

Die totale monster van gegewens wat vir die doeleindes van die huidige ondersoek ingesluit word vir die evaluering van bestaande internasionaal gestandaardiseerde meetmetodes vir die waarneming van luidheid, word in Tabel 53 uiteengesit. Hierdie uiteensetting word vir elkeen van die 16 toetssessies, bestaande uit (16 x 3), d.w.s. 48 toetsklanke, met die toepaslike verwysingspeil daarby aangetoon. Die totale monster van gelyke luidheidswaardes (ΣN) kom op 3,114 te staan, wat beteken dat 1188 gelyke luidheidswaardes uitgesluit word vir hierdie ontleding (vergelyk p. 86).

Elkeen van die 3,114 gelyke luidheidswaardes word deur middel van die rekenaarprogram verwerk na elkeen van die 18 meetmetodes van luidheid, relatief tot die toepaslike verwysingspeile van 55 dB, 75 dB en 95 dB onderskeidelik. Die gemiddelde gelyke luidheidspeile en standaardafwykings vir elke toetsklank volgens meetmetode, word in Tabelle 54, 55 en 56 uiteengesit. In hierdie tabelle verskyn die gemiddelde gelyke luidheidspeile deurgaans bo met die standaardafwyking direk daaronder.

TABEL 53

Gemiddelde Tellings en Standaardafwykings van Gelyke Luidheidswaardes

Toets- klank	Verw. peil (dB)	\bar{X}	S	N	Toets- klank	Verw. peil (dB)	\bar{X}	S	N
1,1	75	-,015	2,80	68	9,7	75	6,333	3,63	66
1,2	75	1,118	3,56	68	9,2	75	8,030	3,60	66
1,3	75	3,353	4,81	68	9,3	75	7,227	3,49	66
2,1	75	0,030	3,99	67	10,1	75	11,127	5,42	63
2,2	75	3,269	3,32	67	10,2	75	11,048	4,64	63
2,3	75	4,164	4,82	67	10,3	75	11,698	4,14	63
3,1	75	12,333	4,38	66	11,1	55	0,149	2,62	67
3,2	75	9,727	3,81	66	11,2	55	1,493	2,87	67
3,3	75	8,909	4,15	66	11,3	55	1,597	4,32	67
4,1	75	9,435	3,86	62	12,1	55	8,348	3,73	66
4,2	75	11,839	4,27	62	12,2	55	8,530	3,67	66
4,3	75	1,968	3,90	62	12,3	55	10,545	3,64	66
5,1	75	7,299	3,92	67	13,1	55	9,471	3,29	68
5,2	75	6,463	3,57	67	13,2	55	10,368	3,92	68
5,3	75	8,851	3,88	67	13,3	55	10,485	4,27	68
6,1	75	9,500	3,56	66	14,1	95	-,717	4,45	60
6,2	75	10,061	4,02	66	14,2	95	5,750	2,98	60
6,3	75	11,182	3,31	66	14,3	95	8,650	4,61	60
7,1	75	8,877	3,49	65	15,1	95	10,475	3,65	61
7,2	75	9,538	3,47	65	15,2	95	7,885	2,62	61
7,3	75	10,646	3,50	65	15,3	95	9,934	3,01	61
8,1	75	10,955	3,78	66	16,1	95	10,850	4,14	60
8,2	75	11,258	3,61	66	16,2	95	10,250	5,26	60
8,3	75	11,273	3,51	66	16,3	95	13,267	4,73	60

TABEL 54
GENEDELDE EELYKE LUIDHEIDSPLE EN STANDAARDAFVYKINGS
VAN MEETMETODES O' CIE 55 DB VERMYSINGSPEIL

TOETS- KLANK	LIN	DBA	D80	ZWICK	STEV	PNDB	ISO KORREKSIE			FAA KORREKSIE			KRYTER KORREKSIE					
							DBA	D80	STEV	PNDB	DBA	D80	STEV	PNDB	DBA	D80	STEV	PNDB
111	57.78	54.51	57.74	59.61	53.75	58.99	61.21	54.44	60.45	65.69	60.31	63.47	52.57	64.95	59.16	62.36	57.48	61.73
	2.619	2.619	2.619	2.834	2.471	2.705	2.619	2.619	2.471	2.705	2.619	2.619	2.476	2.721	2.618	2.618	2.482	2.713
112	51.03	53.12	59.95	56.87	51.60	61.53	59.12	66.65	58.30	68.23	59.12	65.95	56.78	67.38	60.98	67.83	58.27	69.16
	2.873	2.873	2.873	3.014	2.735	2.816	2.873	2.873	2.735	2.816	2.873	2.873	2.735	2.836	2.873	2.873	2.749	2.842
113	50.88	51.86	61.74	59.10	54.05	63.46	58.56	68.44	60.75	70.16	57.86	67.74	59.37	69.35	59.60	69.50	60.65	70.90
	4.317	4.317	4.317	4.457	4.116	4.315	4.317	4.317	4.116	4.315	4.317	4.317	4.115	4.291	4.317	4.317	4.154	4.252
121	47.24	46.11	53.82	54.99	49.50	56.75	52.81	60.52	56.20	63.49	52.08	59.78	54.68	63.04	52.10	60.42	54.76	63.45
	3.727	3.727	3.727	4.190	3.586	4.228	3.727	3.727	3.586	4.228	3.727	3.727	3.480	3.829	3.727	3.727	3.491	3.789
122	47.11	45.22	51.36	50.75	46.51	55.08	49.66	54.81	51.96	58.52	51.95	57.12	53.47	61.27	51.97	57.71	53.14	61.42
	3.672	3.672	3.672	3.956	3.620	4.167	3.672	3.672	3.639	4.167	3.672	3.672	3.400	3.811	3.672	3.672	3.402	3.903
123	44.67	43.65	50.71	52.80	46.47	54.43	49.21	56.26	54.02	59.93	49.52	56.56	53.60	60.99	49.72	57.10	53.27	61.06
	3.642	3.642	3.643	4.129	3.611	4.394	3.642	3.642	3.641	4.394	3.642	3.643	3.397	3.981	3.642	3.643	3.398	4.026
131	45.74	43.17	46.37	59.80	50.21	52.70	47.17	52.17	54.21	56.70	47.53	51.72	52.80	56.80	46.51	50.82	52.12	55.74
	3.245	3.285	3.285	3.932	3.382	4.497	3.285	3.285	3.382	4.497	3.285	3.285	3.083	4.104	3.285	3.285	3.117	4.279
132	44.98	45.52	52.40	59.88	50.96	56.71	49.19	56.07	54.63	60.37	50.59	57.42	53.80	61.53	51.24	58.06	53.85	61.90
	3.924	3.924	3.924	4.664	3.819	5.087	3.924	3.924	3.819	5.087	3.924	3.924	3.631	4.672	3.924	3.924	3.635	4.654
133	44.88	45.23	54.59	60.73	52.44	58.71	49.23	58.59	56.44	62.71	50.28	59.97	55.76	63.82	50.93	60.48	59.80	64.13
	4.265	4.265	4.266	4.933	3.980	5.347	4.265	4.266	3.980	5.347	4.266	4.266	3.934	4.831	4.266	4.265	3.957	4.781

TABEL 55
GEMIDDELDE GELYKE LUIDHEIDSPLEIE EN STANDAARD AFWYKINGS
VAN METMETODES OP DIE 75 dB VERMIGINGSPEIL

TOETS- KLANK	LIN	DBA	D80	ZATK	STEV	ISO KORREKSIE				FAA KORREKSIE				KRYTER KORREKSIE			
						PMDB	DBA	D80	STEV	PMDB	DBA	D80	STEV	PMDB	DBA	D80	STEV
11	77.95 2.799	74.67 2.800	77.91 2.800	80.56 2.700	72.69 2.692	80.43 2.934	81.37 2.799	84.61 2.700	79.39 2.692	87.13 2.934	80.47 2.800	82.63 2.800	77.92 2.779	86.02 2.930	79.32 2.799	82.52 2.799	76.52 2.772
12	72.30 3.556	71.50 3.556	80.33 3.556	77.06 3.592	70.93 3.416	82.49 3.717	80.20 3.556	87.03 3.556	77.63 3.416	89.19 3.717	79.49 3.556	86.32 3.556	76.39 3.512	88.22 3.647	81.36 3.556	88.20 3.556	78.36 3.535
13	70.12 4.809	71.31 4.809	87.98 4.809	79.01 3.904	72.42 4.639	82.86 4.905	77.81 4.809	87.68 4.809	79.12 4.639	89.56 4.905	77.10 4.809	86.98 4.809	78.03 4.732	88.75 4.934	78.85 4.809	88.74 4.809	79.52 4.767
21	83.70 3.992	74.18 3.992	84.13 3.992	87.82 3.834	76.82 3.984	87.36 4.045	75.32 3.992	84.96 3.992	77.65 3.984	88.19 4.045	77.48 3.992	87.12 3.992	79.57 3.980	90.18 3.991	74.49 3.992	84.13 3.992	76.84 3.984
22	70.80 3.320	71.94 3.320	78.95 3.319	80.00 3.147	76.79 3.032	80.79 3.414	73.39 3.319	80.40 3.320	71.73 3.002	82.23 3.414	77.94 3.319	84.95 3.320	75.53 3.128	86.77 3.485	75.71 3.320	82.75 3.319	73.76 3.128
23	72.05 4.823	70.93 4.823	78.45 4.823	75.13 4.691	73.00 4.542	80.52 4.945	73.16 4.823	80.67 4.823	75.23 4.542	82.74 4.945	74.00 4.823	81.57 4.823	75.84 4.826	83.44 4.897	72.98 4.823	80.95 4.823	75.26 4.884
31	62.24 4.376	61.00 4.376	68.17 4.376	79.84 4.102	67.27 3.788	73.53 4.341	61.72 4.376	68.89 4.376	67.99 3.787	74.25 4.341	62.87 4.376	70.03 4.376	68.77 3.754	75.33 4.308	61.45 4.376	68.78 4.376	67.86 4.314
32	64.34 3.805	64.84 3.805	73.48 3.805	81.04 3.544	69.79 3.241	77.34 3.742	65.51 3.805	74.14 3.805	70.46 3.241	78.01 3.742	68.17 3.805	77.04 3.805	72.04 3.235	80.50 3.784	65.37 3.805	73.85 3.805	70.58 3.744
33	71.58 4.150	65.10 4.150	70.64 4.150	83.12 3.798	71.03 3.585	76.84 4.412	65.76 4.150	71.30 4.150	71.70 3.585	77.50 4.412	66.81 4.150	72.25 4.150	72.13 3.602	78.28 4.409	65.13 4.150	70.69 4.150	71.15 3.581
41	67.13 3.861	65.07 3.861	73.91 3.861	82.82 3.551	71.22 3.302	78.55 3.819	65.85 3.861	74.68 3.861	72.00 3.302	79.32 3.819	67.52 3.861	76.54 3.861	72.98 3.318	80.67 3.861	65.73 3.861	74.36 3.861	72.08 3.365
42	62.43 4.274	62.13 4.274	66.99 4.274	78.21 4.013	65.92 3.683	72.66 4.376	62.69 4.274	67.55 4.274	66.48 3.683	73.21 4.376	64.93 4.274	69.48 4.274	67.65 3.652	75.02 4.319	62.14 4.274	67.01 4.274	66.03 3.681
43	72.04 3.900	72.04 3.900	72.07 3.901	75.99 4.032	66.91 3.740	74.60 4.146	78.74 3.900	78.77 3.900	73.61 3.740	81.36 4.146	78.03 3.900	78.04 3.900	71.78 3.844	79.79 4.185	82.03 3.900	82.04 3.900	75.31 3.885
51	68.29 3.924	67.16 3.924	74.87 3.924	81.74 3.783	68.99 3.618	78.50 3.955	73.86 3.924	81.57 3.924	75.69 3.618	85.20 3.955	73.13 3.924	80.83 3.924	74.19 3.762	84.18 3.970	73.15 3.924	81.47 3.924	74.42 3.797
52	69.17 3.573	68.29 3.573	73.43 3.573	80.13 3.365	68.55 3.166	77.88 3.661	74.73 3.573	76.87 3.573	72.00 3.166	81.32 3.661	74.02 3.573	79.19 3.573	73.26 3.272	83.50 3.426	74.04 3.574	79.78 3.573	73.14 3.327

TABEL 55 (VERVOLG)

TOETS- KLANK	LIM	DB	D80	ZNUCK	STEV	PNDB	ISO KORREKSIE			FAA KORREKSIE			KORTER KORREKSIE					
							DBA	D80	STEV	PNDB	DBA	D80	STEV	PNDB	DBA	D80	STEV	PNDB
53	66.37	65.35	72.40	81.51	66.28	77.17	70.90	77.96	73.84	82.73	71.21	78.26	73.13	82.80	71.42	78.79	72.99	82.92
	3.882	3.892	3.882	3.631	3.472	3.911	3.882	3.862	3.472	3.912	3.382	3.882	3.583	3.876	3.882	3.640	3.645	
61	65.71	63.14	68.34	80.47	68.38	74.62	67.14	72.34	72.16	70.62	67.50	71.69	70.68	78.27	66.48	70.80	70.02	77.43
	3.575	3.575	3.575	3.361	3.080	3.632	3.575	3.575	3.080	3.632	3.575	3.574	3.149	3.546	3.575	3.575	3.133	3.544
62	65.29	65.83	72.71	80.78	69.27	78.73	69.89	76.17	72.94	82.40	70.90	77.72	72.17	82.93	71.54	78.37	72.36	83.32
	4.023	4.023	4.023	3.746	3.506	4.061	4.023	4.023	3.506	4.061	4.023	4.023	3.664	4.050	4.023	4.023	3.716	4.045
63	64.18	64.53	73.89	80.69	69.87	79.42	68.53	77.89	73.87	83.42	69.58	79.27	73.48	83.81	70.23	79.99	73.71	84.16
	3.305	3.305	3.305	3.118	2.947	3.265	3.305	3.365	2.947	3.265	3.305	3.305	3.120	3.292	3.305	3.305	3.164	3.302
71	65.23	62.07	65.72	75.41	64.84	71.64	67.20	70.95	70.06	76.87	67.57	70.88	68.15	75.79	66.35	69.74	67.23	74.83
	3.493	3.493	3.493	3.419	3.118	3.614	3.493	3.494	3.118	3.614	3.494	3.494	3.219	3.528	3.494	3.493	3.213	3.539
72	64.43	65.53	72.39	75.82	66.13	76.54	70.53	77.39	71.13	81.54	71.47	78.33	70.46	81.74	71.85	78.66	70.38	81.88
	3.474	3.474	3.474	3.352	3.150	3.561	3.474	3.474	3.150	3.561	3.474	3.474	3.264	3.510	3.474	3.473	3.320	3.534
73	63.42	64.32	74.12	74.56	67.70	77.75	69.32	79.12	72.70	82.75	70.25	80.09	72.50	82.98	70.73	80.60	72.70	83.35
	3.497	3.498	3.498	3.481	3.229	3.458	3.498	3.498	3.229	3.498	3.498	3.498	3.366	3.525	3.498	3.497	3.405	3.545
81	64.24	63.75	70.09	79.49	67.59	76.35	67.75	74.09	71.59	80.35	68.80	77.13	70.50	80.62	69.21	75.70	70.57	80.97
	3.784	3.785	3.785	3.580	3.285	3.856	3.785	3.785	3.285	3.856	3.784	3.784	3.364	3.883	3.784	3.784	3.416	3.824
82	63.60	62.80	71.32	79.70	68.34	77.21	66.46	74.99	72.01	80.88	68.99	75.71	71.12	80.83	67.96	77.14	71.82	81.87
	3.614	3.613	3.613	3.434	3.185	3.620	3.613	3.614	3.184	3.620	3.613	3.613	3.290	3.583	3.614	3.614	3.368	3.600
83	63.64	64.34	72.87	80.06	68.74	77.73	67.56	76.09	71.96	80.95	68.81	77.42	71.81	81.65	69.77	78.17	71.89	81.95
	3.511	3.511	3.511	3.281	3.081	3.486	3.511	3.511	3.082	3.486	3.511	3.511	3.184	3.467	3.511	3.511	3.234	3.479
91	67.52	69.00	75.12	81.69	70.02	80.09	74.33	80.45	75.35	85.42	74.84	80.94	74.38	85.29	74.95	81.27	74.06	85.24
	3.626	3.626	3.626	3.461	3.221	3.711	3.626	3.626	3.221	3.711	3.626	3.626	3.370	3.674	3.626	3.626	3.433	3.632
92	67.92	67.29	76.07	81.69	70.82	80.55	72.62	81.41	76.15	85.38	73.05	81.88	75.46	85.71	73.13	82.28	75.35	85.81
	3.595	3.595	3.595	3.502	3.266	3.614	3.595	3.595	3.266	3.614	3.595	3.595	3.429	3.629	3.595	3.595	3.480	3.648
93	68.70	67.78	70.11	80.45	67.71	75.32	73.12	75.44	73.84	80.65	73.55	75.68	71.37	80.06	72.25	74.32	70.20	76.81
	3.459	3.459	3.459	3.269	3.009	3.585	3.459	3.459	3.009	3.535	3.459	3.459	3.096	3.545	3.459	3.459	3.044	3.550
101	63.45	62.20	69.38	80.91	68.30	74.73	62.93	70.10	69.02	75.45	64.08	71.24	69.73	76.51	62.45	69.99	68.91	75.66
	5.423	5.423	5.423	5.019	4.678	5.410	5.422	5.422	4.677	5.410	5.423	5.422	4.668	5.391	5.422	5.422	4.727	5.197
102	63.53	62.28	69.46	81.03	68.37	74.79	63.01	70.18	69.09	75.51	64.16	71.32	69.80	76.58	62.73	70.07	68.97	75.74
	4.637	4.637	4.637	4.320	3.999	4.615	4.637	4.637	3.999	4.615	4.637	4.637	3.972	4.714	4.637	4.637	4.006	4.605
103	62.88	61.63	68.81	80.43	67.82	74.16	62.35	69.53	68.54	74.88	63.51	70.67	69.25	75.93	62.08	69.42	68.41	75.09
	4.141	4.141	4.141	3.871	3.577	4.124	4.141	4.141	3.576	4.129	4.141	4.141	3.550	4.002	4.141	4.141	3.582	4.102

TABEL 56
GEMIDDELTE GELYKE LUIDHEIDSPEILE EN STANDAARDAFWYKINGS
VAN METMETODES OP D'E 95 DB VERMITSINGSPEIL

TOETS- KLANK	VAN REEFTHEDEN OP D'E 95 DB VERMITSINGSPEIL					ISO KORREKSIE					FAA KORREKSIE					KRYTER KORREKSIE						
	LIN	DBA	DBD	ZWICK	STEY	PNDB	DBA	DBD	STEY	PNDB	DBA	DBD	STEY	PNDB	DBA	DBD	STEY	PNDB	DBA	DBD	STEY	PNDB
141	98.65 4.446	95.38 4.446	98.61 4.446	100.77 4.421	93.54 4.562	101.58 4.499	102.08 4.446	105.31 4.446	100.24 4.562	108.28 4.499	101.17 4.446	104.33 4.446	99.00 4.545	106.91 4.462	100.02 4.446	103.22 4.446	97.56 4.507	105.83 4.476	97.56 4.476	105.83 4.476	97.56 4.476	105.83 4.476
142	87.67 2.984	88.86 2.984	95.60 2.984	92.51 2.774	86.21 3.026	98.03 2.862	95.56 2.781	102.39 2.984	92.91 3.026	104.73 2.862	94.86 2.984	101.69 2.984	91.91 3.058	103.34 2.862	96.72 2.984	103.57 2.984	93.61 3.056	104.97 2.916	93.61 3.056	104.97 2.916	93.61 3.056	104.97 2.916
143	84.32 4.606	85.81 4.606	95.69 4.606	93.10 4.332	87.10 4.677	97.76 4.521	92.51 4.606	102.39 4.606	93.80 4.677	104.46 4.521	91.81 4.606	101.69 4.606	92.89 4.705	103.34 4.513	93.55 4.606	103.44 4.606	94.37 4.688	104.81 4.541	94.37 4.688	104.81 4.541	94.37 4.688	104.81 4.541
151	85.11 3.650	83.98 3.650	91.69 3.650	77.74 3.359	85.40 3.742	95.68 3.613	90.68 3.650	98.31 3.650	92.10 3.742	102.38 3.643	89.95 3.650	97.65 3.650	9.14 3.614	101.22 3.544	89.97 3.650	98.29 3.650	91.81 3.606	101.54 3.544	91.81 3.606	101.54 3.544	91.81 3.606	101.54 3.544
152	87.75 2.615	86.87 2.615	92.01 2.615	97.76 2.327	85.94 2.638	96.78 2.644	90.31 2.615	95.45 2.615	89.39 2.638	100.23 2.644	92.59 2.615	97.77 2.615	91.47 2.708	102.21 2.540	92.61 2.615	98.35 2.614	91.50 2.712	102.37 2.478	91.50 2.712	102.37 2.478	91.50 2.712	102.37 2.478
153	85.28 3.011	84.27 3.010	91.32 3.011	98.85 2.681	86.06 3.039	96.32 3.081	89.82 3.010	96.80 3.010	91.61 3.039	101.87 3.081	90.13 3.010	97.17 3.011	91.70 3.120	101.82 2.927	90.33 3.010	97.71 3.011	91.73 3.126	101.92 2.920	91.73 3.126	101.92 2.920	91.73 3.126	101.92 2.920
161	84.36 4.137	81.79 4.137	86.99 4.137	97.24 3.619	85.15 4.038	93.56 4.215	85.79 4.137	90.90 4.137	89.15 4.038	97.56 4.215	86.15 4.137	90.34 4.137	88.48 4.212	97.03 4.133	85.13 4.137	89.45 4.137	87.68 4.193	96.10 4.193	87.68 4.193	96.10 4.193	87.68 4.193	96.10 4.193
162	85.10 5.262	85.64 5.262	92.52 5.261	98.48 4.566	87.88 5.373	98.56 5.195	89.31 5.261	96.18 5.262	91.55 5.373	102.23 5.195	90.71 5.261	97.53 5.262	91.73 5.502	102.60 5.072	91.36 5.262	98.18 5.262	92.06 5.505	102.96 5.066	92.06 5.505	102.96 5.066	92.06 5.505	102.96 5.066
163	82.10 4.733	82.45 4.733	91.81 4.733	96.95 4.176	87.06 4.848	97.33 4.686	86.45 4.733	95.81 4.733	91.06 4.848	101.33 4.686	87.50 4.733	97.19 4.733	91.41 4.935	101.69 4.626	88.15 4.733	97.90 4.733	91.71 4.929	102.01 4.624	91.71 4.929	102.01 4.624	91.71 4.929	102.01 4.624

Die gelyke luidheidspeile in Tabele 54, 55 en 56 uiteengesit, kan nie direk met mekaar vergelyk word nie, omdat die meetmetodes afhanklik is van verskillende skaaleenhede. So byvoorbeeld word Zwicker se metode in phon-eenhede uitgedruk, terwyl die PNdB metode uit noy-eenhede bestaan. Hierdie skaaleenheidsverskille kompliseer nie alleen die wetenskaplike vergelyking tussen meetmetodes deur middel van statistiese tegnieke nie, maar veroorsaak ook dat relatiewe kriteria gestel moet word ten opsigte van die basis van seleksie van die beste meetmetode.

(ii) Kriteria vir die seleksie van luidheidsmeetmetodes:

Aangesien die onderlinge vergelyking tussen luidheidsmeetmetodes slegs op 'n relatiewe grondslag gedoen kan word, word drie kriteria van seleksie vir die huidige ondersoek implementeer. Hierdeur word gesoek na algemene tendense vanuit drie verskillende benaderings:

(a) Konstantheid van meting as kriterium van seleksie:

Die eerste vereiste vir 'n doeltreffende meetmetode van luidheid is dat die ideale meetmetode konstant moet meet oor die totale spektrum van toetsklanke. Die meetmetode wat dus die kleinste variasie toon rondom sy eie gemiddelde, kan as die beste meetmetode beskou word.

(b) Konstantheid van meting rondom die berekende luidheid van verwysingsklanke as kriterium van seleksie:

Die tweede vereiste vir die seleksie van 'n ideale meetmetode, is dat dit konstant moet meet rondom die berekende luidheid van verwysingsklanke. In hierdie geval moet die luidheid van die verwysingspeile van 55 dB, 75 dB en 95 dB herlei word na elkeen van die 18 meetmetodes van luidheid vir die bepaling van 'n ware telling per meetmetode. Die meetmetode wat die kleinste variasie toon rondom sy eie berekende luidheid van verwysingspeile, word as beste meetmetode beskou.

(c) Die verband tussen meetmetodes en subjektiewe
gelyke luidheidswaardes as kriterium van seleksie:

Die derde vereiste waaraan die ideale meetmetode moet voldoen, is dat daar 'n hoë positiewe korrelasie moet wees tussen die meetmetode en die subjektiewe gelyke luidheidswaardes. Hierdie vereiste van 'n positiewe verband is belangrik vir die doeleindes van die huidige ondersoek. Dit is reeds algemeen aanvaar dat laer frekwensies van klanke sagter klink vir die mens as hoër frekwensies van klanke teen dieselfde intensiteitspeil. In die psigo-akoestiek, waar meetmetodes menslike waarneming van luidheid simuleer, is 'n negatiewe korrelasie tussen 'n meetmetode en menslike waarneming van luidheid dus onlogies en teenstrydig met die natuurlike wetmatigheid van die gehoormeganisme. Om die korrelasie tussen meetmetodes en gelyke luidheidswaardes te kan uitvoer, moet elkeen van die eenhede van die verskillende meetmetodes herlei word na 'n gemeenskaplike skaaleenheid.

Bogenoemde drie kriteria van seleksie vorm die basis van die statistiese ontleding van resultate wat hieronder uiteengesit word:

(iii) Ontleding van resultate:

(a) Die verspreiding van meetmetodes rondom eie gemiddeldes:

In hierdie onderlinge vergelyking tussen meetmetodes word die skaaleenhede van meetmetodes as gegewe aanvaar en nie herlei na 'n gemeenskaplike skaaleenheid nie. Die standaardafwyking van elke meetmetode rondom sy eie gemiddelde, dien as verspreidingsmaatstaf. Hierdie gegewens word vir die verskillende verwysingspeile van 55 dB, 75 dB en 95 dB in Tabelle 57, 58 en 59 uiteengesit:

TABEL 57

Gemiddelde Gelyke Luidheidspeile en Standaardafwykingsvan Meetmetodes op die 55 dB Verwysingspeil (N = 603)

Meet- metode	\bar{X}	S	Rang- orde	Meet- metode	\bar{X}	S	Rang- orde	
Liniër	49,02	4,21	9	dB(A)	F.A.A.	53,91	4,50	13
dB(A)	48,38	4,13	8	dB(D)		60,64	4,98	15
db(D)	55,19	4,40	12	Stevens		56,06	2,24	3
Zwicker	60,20	1,34	1	PNdB		64,05	3,62	7
Stevens	51,75	1,95	2	dB(A)	KRYTER	54,24	4,50	13
PNdB	58,39	3,30	6	dB(D)		61,16	5,64	18
dB(A)	53,65	5,28	16	Stevens		56,12	2,74	4
dB(D)	60,46	5,55	17	PNdB		64,29	4,37	11
Stevens	57,02	2,87	5					
PNdB	63,67	4,34	10					

Uit die rangorde van standaardafwykings in Tabel 57, is dit duidelik dat Zwicker se metode die kleinste verspreiding rondom sy eie gemiddelde toon, terwyl Stevens se metode tweede geplaas is. Die korrigerings van meetmetodes deur I.S.O., F.A.A. en Kryter, verbeter ook in geen geval die konstantheid van meting van 'n bepaalde meetmetode op die 55 dB verwysingspeil nie.

TABEL 58

Gemiddelde Gelyke Luidheidspeile en Standaardafwykingsvan Meetmetodes op die 75 dB Verwysingspeil (N = 1968)

Meet- metode	\bar{x}	S	Rang- orde	Meet- metode	\bar{x}	S	Rang- orde
Liniër	69,19	5,58	17	dB(A)	F.A.A.	72,67	12
dB(A)	67,91	3,90	7	dB(D)		79,36	13
dB(D)	74,63	4,35	10	Stevens		73,85	3
Zwicker	80,87	2,66	2	PNdB		83,29	8
Stevens	70,23	2,50	1	dB(A)	KRYTER	72,34	16
PNdB	79,05	3,33	6	dB(D)		79,14	18
dB(A)	71,77	5,04	14	Stevens		73,60	5
dB(D)	78,49	5,13	15	PNdB		83,03	11
Stevens	74,08	3,04	4				
PNdB	82,91	4,10	9				

Uit Tabel 58 blyk dat Stevens se metode die kleinste verspreiding rondom sy eie gemiddelde toon en Zwicker die tweede kleinste verspreiding. Die korrigerings van meetmetodes deur I.S.O., F.A.A. en Kryter, verbeter ook in geen geval die konstantheid van meting van 'n bepaalde meetmetode op die 75 dB verwysingspeil nie.

TABEL 59

Gemiddelde Gelyke Luidheidspeile en Standaardafwykings
 van Meetmetodes op die 95 dB Verwysingspeil (N = 543)

Meet- metode	\bar{X}	S	Rang- orde	Meet- metode	\bar{X}	S	Rang- orde
Liniêr	87,58	4,55	17	dB(A)	92,47	4,21	13
dB(A)	86,93	3,91	12	dB(D)	99,19	3,83	11
dB(D)	93,74	3,19	10	Stevens	93,01	2,65	6
Zwicker	97,77	2,64	5	PNdB	103,04	2,46	3
Stevens	87,94	2,44	2	dB(A)	92,80	4,28	16
PNdB	98,16	2,10	1	dB(D)	99,72	4,27	15
dB(A)	92,21	4,73	18	Stevens	93,26	2,60	4
dB(D)	99,02	4,23	14	PNdB	103,27	2,73	7
Stevens	93,22	3,10	9				
PNdB	103,43	2,84	8				

Uit Tabel 59 blyk dat die PNdB-metode die kleinste verspreid lê rondom sy eie gemiddelde, terwyl Stevens se metode die tweede kleinste standaardafwyking toon. Die korrigerings van meetmetodes deur I.S.O., F.A.A. en Kryter verbeter in geen geval die konstantheid van meting van 'n bepaalde meetmetode op die 95 dB verwysingspeil nie.

(b) Die verspreiding van meetmetodes rondom die berekende luidheid van die verwysingsklanke:

Vir die doeleindes van hierdie ontleding is die luidheid van die verwysingsklank van 1000 Hz relatief tot die verwysingspeile van 55 dB, 75 dB en 95 dB, herlei na die skaaleenhede van elkeen van die 18 meet-

metodes deur middel van die volgende formules:

$$L_{jk} = M_k (S_j + e_j)$$

$$L_{kr} = M_k (S_r)$$

waar:

M_k = meetmetode k

S_j = spektrum van toetsklank j

e_j = gelyke luidheidswaarde van toetsklank j

S_r = spektrum van die verwysingsklank

L_{jk} = berekende luidheid van toetsklank j volgens meetmetode k

L_{kr} = berekende luidheid van die verwysingsklank r volgens meetmetode k.

Die berekende luidheid (L_{kr}) van verwysingsklank word dus vir elke individuele meeteenheid na sy eie skaaleenheid verwerk. Die verspreiding van elke meeteenheid rondom hierdie skaaleenheidswaardes word in Tabelle 60, 61 en 62 uiteengesit:

TABEL 60

Variansie van Meetmetodes rondom die berekende Luidheid

van die Verwysingsklank op die 55 dB Verwysingspeil (N = 603)

Meet-metode	L_{kr}	Vari-ansie	Rang-orde	Meet-metode	L_{kr}	Vari-ansie	Rang-orde
Liniër	55,01	51,65	11	dB(A)	55,00	19,16	4
dB(A)	55,00	59,03	4	dB(D)	55,03	53,44	12
dB(D)	55,03	17,21	3	Stevens	50,44	36,09	8
Zwicker	56,89	12,58	2	PNdB	55,31	88,08	17

Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	
Stevens	50,44	5,11	1	dB(A)	KRYTER	55,00	22,39	6
PNdB	55,13	19,21	5	dB(D)		55,03	65,88	15
dB(A)	55,00	26,58	7	Stevens		50,44	38,92	9
dB(D)	55,03	56,81	13	PNdB		55,31	97,65	18
Stevens	50,44	50,69	10					
PNdB	55,31	86,58	16					

Uit Tabel 60 blyk dat Stevens se metode die minste varieer rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank van 1000 Hz op die 55 dB verwysingspeil, met Zwicker se metode die tweede kleinste variansie. Stevens se L_{kr} van 50,44 is ook nader aan sy eie berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 51,75$) van toetslinge as Zwicker se L_{kr} van 56,89 relatief tot sy berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 60,20$) van toetslinge (vergeelyk Tabel 57).

TABEL 61

Variansie van Meetmetodes rondom die berekende Luidheid

van die Verwysingsklank op die 75 dB verwysingspeil (N = 1968)

Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	
Liniër	75,00	63,71	14	dB(A)	F.A.A.	75,00	25,76	3
dB(A)	75,00	64,91	15	dB(D)		75,00	42,54	8
dB(D)	75,00	18,37	2	Stevens		67,58	47,67	11
Zwicker	74,41	48,58	12	PNdB		74,71	88,30	17

Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	Meet- metode	L _{kr}	Vari- ansie	Rang- orde	
Stevens	67,58	13,01	1	dB(A)	KRYTER	75,00	34,58	5
PNdB	74,71	29,49	4	dB(D)		75,00	47,20	10
dB(A)	75,00	34,88	6	Stevens		67,58	46,30	9
dB(D)	75,00	37,50	7	PNdB		74,71	88,37	18
Stevens	67,58	51,23	13					
PNdB	74,71	83,37	16					

Uit Tabel 61 blyk dat Stevens se metode die minste varieer rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank van 1000 Hz op die 75 dB verwysingspeil, met die dB(D)-metode tweede geplaas in rangorde. Stevens se L_{kr} is egter verder verwyder van sy eie berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 70,23$) van toetslinge as die dB(D)-metode se L_{kr} van 75,00 relatief tot sy eie berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 74,63$) van toetslinge (vergelyk Tabel 58).

TABEL 62

Variansie van Meetmetodes rondom die berekende Luidheid
van die Verwysingsklank op die 95 dB Verwysingspeil (N = 543)

Meet- methode	Lkr	Vari- ansie	Rang- orde	Meet- methode	Lkr	Vari- ansie	Rang- orde	
Liniër	95,00	73,54	15	dB(A)	F.A.A.	95,00	22,16	5
dB(A)	95,00	78,69	17	dB(D)		95,00	30,58	8
dB(D)	95,00	10,61	2	Stevens		87,12	40,94	11
Zwicker	93,06	28,40	7	PNdB		94,95	70,78	14

Meet-metode	L_{kr}	Vari-ansie	Rang-orde	Meet-metode	L_{kr}	Vari-ansie	Rang-orde
Stevens	87,12	5,97	1	dB(A)	95,00	21,14	4
PNdB	94,95	14,21	3	dB(D)	95,00	38,5	10
dB(A)	95,00	27,70	6	Stevens	87,12	43,72	12
dB(D)	95,00	31,99	9	PNdB	94,95	75,85	16
Stevens	87,12	45,67	13				
PNdB	94,95	79,09	18				

Uit Tabel 62 blyk dat Stevens se metode die minste varieer rondom die berekende luidheid van die verwysingsklank van 1000 Hz teen die 95 dB verwysingspeil, met die dB(D)-metode tweede geplaas in rangorde. Stevens se L_{kr} van 87,12 is ook nader aan sy eie berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 87,94$) van toetslinge as die dB(D)-metode se L_{kr} van 95,00 relatief tot sy berekening van die gemiddelde luidheidspeil ($\bar{X} = 93,74$) van toetslinge (vergelyk Tabel 59).

(c) Die korrelasie tussen meetmetodes en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge:

Vir hierdie ontleding van gegewens is die gelyke luidheidspeil van elke meetmetode aangepas tot 'n gemeenskaplike skaaleenheid relatief tot die berekende luidheid van die verwysingsklank (L_{kr}) van 1000 Hz op die 55 dB, 75 dB en 95 dB verwysingspeile. Die volgende formule is vir hierdie berekening toegepas:

$$L_{kr} = M_k (S_r) = M_k (S_j + c_{jk})$$

waar: L_{kr} = berekende luidheid van die verwysingsklank
r volgens meetmetode k (sien voorafgaande ontleding b)

M_k = meetmetode k

S_r = spektrum van die verwysingsklank

S_j = spektrum van die toetsklank

C_{jk} = die verandering in klankdrukpeil wat nodig is om die luidheid van toetsklank S_j gelyk te maak aan die luidheid van die verwysingsklank r.

Die produk-moment korrelasiekoëffisiënte tussen die C_{jk} -waardes van elke meetmetode en die gelyke luidheidswaardes van toetslinge, is afsonderlik bereken vir toetse op die 55 dB, 75 dB en 95 dB verwysingspeile en word in Tabelle 63, 64 en 65 uiteengesit. In hierdie tabelle word slegs die positiewe korrelasiekoëffisiënte in rangorde geplaas vir die doeleindes van seleksie van meetmetodes (vergelyk kriteria C p.165).

TABEL 63

Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per Meetmetode en Gemiddelde

Gelyke Luidheidswaardes van Toetslinge op die 55 dB Verwysingspeil (N = 9)

Meet- metode	r	Rang- orde	Meet- metode	r	Rang- orde
Liniër	,037	18	dB(A)	,520	9
dB(A)	,045	17	dB(D)	,472	13
dB(D)	,199	16	Stevens	,803***	3
Zwicker	,988****	1	PNdB	,680**	7
Stevens	,865***	2	dB(A)	,494	11
PNdB	,447	15	dB(D)	,452	14
dB(A)	,515	10	Stevens	,801***	4
dB(D)	,477	12	PNdB	,664	8
Stevens	,793**	5			
PNdB	,696**	6			

**p < ,05

***p < ,01

****p < ,001

Uit Tabel 63 blyk dat Zwicker se metode die hoogste korrelasie toon tussen C_{jk} -waardes en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge. Die koëffisiënt van determinasie as persentasie uitgedruk ($r^2 \times 100$), toon dat Zwicker se metode 97,61% van die variasie in subjektiewe luidheidswaardes van toetslinge verklaar op die 55 dB verwysingspeil. Stevens se metode wat tweede in rangorde van korrelasies geplaas is, verklaar 74,82% van die variasie in subjektiewe luidheidswaardes van toetslinge op die 55 dB verwysingspeil. Verder is dit belangrik dat die I.S.O.-, F.A.A.- en Kryter-korreksies in geen geval die meetmetodes verbeter om 'n beter verklaring te gee van subjektiewe luidheid as die oorspronklike Zwicker en Stevens metodes nie.

Die liniêre, dB(A)-, dB(D)- en PNdB-metodes toon verder onbeduidende korrelasies met die gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 55 dB verwysingspeil.

TABEL 64

Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per Meetmetode en gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van Toetslinge op die 75 dB Verwysingspeil (N = 30)

Meet-metode	r	Rang-orde	Meet-metode	r	Rang-orde
Liniêr	-,454		dB(A)	,665 **	10
dB(A)	-,004		dB(D)	,570 **	13
dB(D)	,081	16	Stevens	,809 **	2
Zwicker	,751 **	5	PNdB	,759 **	5
Stevens	,684 **	8	dB(A)	,667 **	9
PNdB	,572 **	12	dB(D)	,555 **	14
dB(A)	,625 **	11	Stevens	,793 **	3
dB(D)	,541 **	15	PNdB	,743 **	7
Stevens	,819 **	1			
PNdB	,773 **	4			

**(p < ,01)

Uit die gegewens in Tabel 64 blyk dat Stevens se metode volgens I.S.O. korreksies, die hoogste positiewe korrelasie toon met die gemiddelde luidheid van toetslinge op die 75 dB verwysingspeil en 67,08% van die variasie in subjektiewe luidheid van toetslinge verklaar. Stevens se metode volgens die F.A.A.-korreksies vir suiwertone is ook tweede geplaas in rangorde. Uit Tabel 64 blyk verder dat die korreksies vir suiwertone deur I.S.O., F.A.A. en Kryter wel die meetmetodes verbeter op die 75 dB verwysingspeil. Die dB(D)-metode toon verder 'n onbeduidende korrelasie, terwyl die liniêre en dB(A)-metodes negatief korreleer met die gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 75 dB verwysingspeil.

TABEL 65

Korrelasie tussen C_{ijk}-waardes per Meetmetode en Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van Toetslinge op die 95 dB Verwysingspeil (N = 9)

Meet-metode	r	Rang-orde	Meet-metode	r	Rang-orde
Liniêr	-,439		dB(A)	,504	15
dB(A)	,033	17	dB(D)	,700*	11
dB(D)	,567	13	Stevens	,749*	8
Zwicker	,803***	4	PNdB	,811***	3
Stevens	,803***	4	dB(A)	,479	16
PNdB	,854***	1	dB(D)	,664	12
dB(A)	,505	14	Stevens	,738*	10
dB(D)	,745*	9	PNdB	,789*	6
Stevens	,753*	7			
PNdB	,835***				

* $p < ,05$

*** $p < ,01$

Uit Tabel 65 blyk dat die PNdB-metode die hoogste korreleer met die subjektiewe gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 95 dB-verwysingspeil en 72,93% van die variasie in subjektiewe luidheid van toetslinge verklaar. Alhoewel die PNdB-metode volgens I.S.O. toonkorreksies tweede geplaas en volgens F.A.A. toonkorreksies derde geplaas is in rangorde van korrelasies, is dit duidelik dat die oorspronklike PNdB-metode slegs verswak word deur byvoeging van suiwertoon-korreksies. Dit is ook belangrik om daarop te let dat beide Stevens en Zwicker se metode vierde geplaas is met 'n koëffisiënt van determinasie van 0,6448. Die dB(A)- en dB(D)-metodes toon verder onbeduidende korrelasies, terwyl die liniêre metode negatief korreleer met die subjektiewe gelyke luidheidswaardes van toetslinge op die 95 dB verwysingspeil.

D. BESPREKING

Al drie die voorafgaande kriteria vir die ontleding van resultate het inherente beperkings wat as volg saamgevat kan word:

(i) Die vergelyking van standaardafwykings rondom eie gemiddeldes per meetmetode, is afhanklik van verskillende skaaleenhede van meetmetodes. Die skaaleenheid van 'n meetmetode het dus 'n invloed op die verspreiding van sodanige meetmetode.

(ii) Die herleiding van meeteenhede na die berekende luidheid (L_{kr}) van verwysingsklanke, stel elke meeteenheid in die regte verhouding tot sy eie skaaleenheid, maar bemoeilik steeds intervergelykings tussen skaaleenhede van meetmetodes.

(iii) Die herleiding van meetmetodes na 'n gemeenskaplike skaal (C_{jk} -waardes) skakel die skaaleenheidsprobleem uit. In hierdie geval word egter kunsmatige eise gestel aan meetmetodes wat nie in die alledaagse

praktyk van meting voorkom nie.

Ten spyte van bogenoemde beperkings, kan nogtans belangrike afleidings gemaak word van die algemene tendense van seleksie wat deur sodanige ontleding van gegewens aangedui word. Aangesien daar geen ander metode bestaan waarvolgens meetmetodes vir die doeleindes van die huidige ondersoek direk met mekaar vergelyk kan word nie, word gevolgtrekkings baseer op die kombinasie van tendense wat uit die ontleding van resultate voorkom. Hierdie tendense word deur middel van die eerste twee keuses van meetmetodes per ontledingsmetode in Tabel 66 uiteengesit:

TABEL 66

Algemene Tendense vir Seleksie van Meetmetodes
Volgens Ontleding van Resultate

Kriterium van Seleksie	55 dB verw.peil		75 dB verw.peil		95 dB verw.peil	
S rondom	Zwicker	1,34	Stevens	2,50	PNdB	2,10
\bar{X}	Stevens	1,95	Zwicker	2,66	Stevens	2,44
Varsiansie rondom	Stevens	5,11	Stevens	13,01	Stevens	5,97
L_{kr} -waardes	Zwicker	12,58	dB(D)	18,37	dB(D)	10,61
r tussen C_{ijk} -waardes en	Zwicker	0,988***	Stevens (ISO)	0,819*	PNdB	0,854*
Gelyke luidheid	Stevens	0,865*	Stevens (FAA)	0,809*	PNdB (ISO)	0,835*

* $p < ,01$

*** $p < ,001$

Algemene gevolgtrekkings baseer op die gegewens in Tabel 66, word vervolgens uiteengesit:

(i) Die 55 dB verwysingspeil:

Aangesien Zwicker se metode die hoogste korrelasie ($r = ,988$, $p < ,001$) toon tussen C_{jk} -waardes en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge en ook die kleinste standaardafwyking (1,34) toon rondom sy eie gemiddelde, kan aanvaar word dat die Zwicker-metode die beste bepaling is van menslike waarneming van luidheid op die 55 dB verwysingspeil.

(ii) Die 75 dB verwysingspeil:

Die Stevens-metode is die mees konstante meting van luidheid op die 75 dB verwysingspeil (2,50) (13,01). Hierbenewens toon die Stevens-metode met I.S.O. korreksies die hoogste korrelasie ($r = ,819$, $p < ,01$) tussen C_{jk} -waardes en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge. Hierdie metode met moontlike aanpassings vir korreksies vir suiwerklanke, is dus die beste bepaling van menslike waarneming van luidheid op die 75 dB verwysingspeil.

(iii) Die 95 dB verwysingspeil:

Aangesien die PNdB-metode die hoogste korrelasie ($r = ,854$, $p < ,01$) toon tussen C_{jk} -waardes en gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge en ook die kleinste standaardafwyking (2,10) rondom sy eie gemiddelde toon, kan aanvaar word dat die PNdB-metode die beste bepaling is van menslike waarneming van luidheid op die 95 dB verwysingspeil.

(iv) Die 55 dB en 95 dB verwysingspeile gekombineerd:

Aangesien die Stevens-metode deurgaans oor alle verwysingspeile, prominent na vore kom, kan in die algemeen aanvaar word dat die Stevens-metode tans die beste metode is waarvolgens 'n redelike konstante meting van luidheid gedoen kan word oor 'n wye reeks van intensiteitspeile en frekwensies.

(v) Praktiese gevolgtrekking:

Vanuit 'n praktiese metingsoogpunt is dit duidelik dat slegs die dB(D) metode van alle beswaringsnetwerke, enigsens geregverdig kan word op die 75 dB en 95 dB verwysingspeile. Die dB(A)-metode vir die bepaling van luidheid, wat tans die mees algemene gebruiksmetode van luidheidsbepalings is, lewer egter totaal onbevredigende resultate.

E. MEETMETODES EN DIE SPESIFIEKE EIENSKAPPE

VAN DIE MENSLIKE GEHOORMEGANISME

Vir die doeleindes van die huidige ondersoek kan die toetsklanke groepeer word om inligting te bekom aangaande drie basiese eienskappe van die menslike gehoormeganisme, naamlik:

(a) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme (Toetse 1, 2, 11 en 14).

(b) Maskeringseienskappe van die gehoormeganisme (Toetse 3, 4, 5, 12 en 15).

(c) Intermaskeringseienskappe van die gehoormeganisme (Toetse 6, 7, 8, 9, 13 en 16).

Ten einde vas te stel in watter mate bestaande meetmetodes van luidheid bogenoemde drie eienskappe weerspieël, is die korrelasies bereken tussen die C_{jk} -waardes van meetmetodes en die gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge vir elkeen van hierdie subgroepe van toetsklanke. Hierdie gegewens word in Tabelle 67, 68 en 69 uiteengesit.

Uit Tabel 67 blyk dat die dB(D)-metode deurgaans die hoogste positiewe korrelasie toon met die gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge. Van die 18 meetmetodes van luidheid, gee die dB(D)-metode dus die beste

TABEL 67

Korrelasie tussen C_{jk} -waardes per Meetmetode en
Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van Toetslinge
vir Frekwensieweergawe van die Gehoormeganisme (N = 12)

Meet- metode	r	Rang- orde	Meet- metode	r	Rang- orde
Liniêr	-,495		dB(A)	,007	14
dB(A)	-,050		dB(D)	,574*	1
dB(D)	,574 *	1	Stevens	,376	9
Zwicker	,091	13	PNdB	,562*	6
Stevens	,376	9	dB(A)	,007	14
PNdB	,562 *	6	dB(D)	,574*	1
dB(A)	,007	14	Stevens	,365	11
dB(D)	,574 *	1	PNdB	,562*	6
Stevens	,365	11			
PNdB	,566 *	5			

*p < ,10

aanduiding van frekwensieweergawe van die gehoormeganisme. Alhoewel $r = ,574$ beduidend is ($p < ,10$), is dit vanuit 'n psigo-akoestiese oogpunt 'n onbevredigende verband. Slegs 32,95% van die frekwensieweergawe van die gehoormeganisme word verklaar deur die dB(D)-metode. Waar 'n fisiese instrument ontwerp word om frekwensieweergawe van menslike gehoor te simuleer, is hierdie resultate dus ontoereikend.

TABEL 68

Korrelasie tussen C_{jk}-waardes per Meetmetode
en Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van
Toetslinge vir Maskering van Klanke (N = 15)

Meet- metode	r	Rang- orde	Meet- metode	r	Rang- orde
Liniêr	-,573		dB(A)	-,675	
dB(A)	-,675		dB(D)	,399	5
dB(D)	,399	5	Stevens	,429	1
Zwicker	,324	13	PNdB	,337	9
Stevens	,429	1	dB(A)	-,675	
PNdB	,337	9	dB(D)	,399	5
dB(A)	-,675		Stevens	,429	1
dB(D)	,399	5	PNdB	,337	9
Stevens	,429	1			
PNdB	,337				

Uit Tabel 68 blyk dat geen meetmetode selfs op die 10%-peil 'n be-
 duidende positiewe korrelasie toon met die gelyke luidheidswaardes van
 toetslinge vir maskering van klanke nie. Hierdie resultate impliseer
 dat nie een van die 18 meetmetodes 'n geldige maatstaf is vir die maske-
 ringseienskappe van menslike gehoor nie.

TABEL 69

Korrelasie tussen C_{jk}-waardes per Meetmetode
en Gemiddelde Gelyke Luidheidswaardes van
Toetslinge vir Intermaskering van Klanke (N = 15)

Meet-metode	r	Rang-orde	Meet-metode	r	Rang-orde
Linêr	-,296		dB(A)	-,043	
dB(A)	,156	14	dB(D)	,335	11
dB(D)	,444	6	Stevens	,504*	3
Zwicker	,504*	3	PNdB	,424	7
Stevens	,621***	1	dB(A)	,136	15
PNdB	,326	12	dB(D)	,369	10
dB(A)	-,193		Stevens	,553*	2
dB(D)	,299	13	PNdB	,452	5
Stevens	,374	9			
PNdB	,387	8			

*p < ,05

***p < ,01

Uit Tabel 69 blyk dat die Stevens-metode die hoogste positiewe korrelasie toon met die gemiddelde gelyke luidheidswaardes van toetslinge en dus intermaskering van klanke die beste weerspieël. Alhoewel $r = ,621$ beduidend is ($p < ,01$) verklaar die Stevens-metode slegs 38,56% van die intermaskeringseienskappe van die gehoormeganisme.

Uit die voorafgaande ontleding van spesifieke eienskappe van die gehoormeganisme, is dit duidelik dat geen bestaande meetmetode van die waar-

neming van luidheid 'n hoogs betroubare simulering is vir hierdie eienskappe van menslike gehoor nie. Indien 'n meetmetode vir die waarneming van luidheid die basis is vir die meting van komplekse geraassteuring, moet 'n metode gevind word wat 'n baie hoër verband toon met die totale omvang van menslike luidheidswaarneming.

HOOFSTUK IX

FINALE GEVOLGTREKKINGS, AANBEVELINGS EN SAMEVATTING

A. FINALE GEVOLGTEKKINGS

Finale gevolgtrekkings wat uit hierdie navorsingsprojek voortvloei, word gemaak ten opsigte van die spesifieke doelstellings van die ondersoek.

(i) Die seleksie van 'n metode wat die waarneming van luidheid die beste weerspieël

(a) Geen bestaande meetmetode vir die waarneming van luidheid kan as hoogs akkurate maatstaf vir die waarneming van luidheid beskou word nie.

(b) Van die beskikbare meetmetodes is die Stevens-metode sonder enige korreksie die enigste metode wat oor 'n wye reeks van klankintensiteite en frekwensies, 'n redelike akkurate weergawe gee van menslike waarneming van luidheid.

(c) Op die 55 dB verwysingspeil lewer die Zwicker-metode die beste resultate.

(d) Op die 75 dB verwysingspeil lewer die Stevens-metode die beste resultate.

(e) Op die 95 dB verwysingspeil lewer die PNdB-metode die beste resultate.

(f) Oor die algemeen bring die korreksies van I.S.O., F.A.A. en Kryter geen verbetering aan enige meetmetode mee nie. Alhoewel hierdie korreksiemetodes wel die meetmetodes verbeter op die 75 dB verwysingspeil ten opsigte van korrelasie tussen meetmetodes en gelyke luidheidswaardes

van toetslinge, veroorsaak dit terselfdertyd dat meetmetodes minder konstant meet rondom eie gemiddeldes en berekende luidheid van verwysingsklanke.

(g) Binne die raamwerk van die toetsklanke wat vir die huidige ondersoek implementeer is, bestaan daar geen meetmetode wat 'n hoë verband toon met:

- (i) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme;
- (ii) Maskering van klanke;
- (iii) Intermaskering van klanke nie.

(h) Die dB(A)-metode toon op elke verwysingspeil 'n onbeduidende verband met die waarneming van luidheid deur toetslinge. Hierdie bevinding het verreikende implikasies vir die praktiese meting van luidheid. Hierdie metode is tans in algemene internasionale gebruik en kan op grond van die resultate in hierdie projek nie gebruik word vir die meting van luidheid nie.

(ii) Die invloed van kulturele verskille tussen volke op luidheidsnavorsing:

(a) Daar bestaan geen beduidende verskille tussen volkere ten opsigte van die waarneming van luidheid nie. Daar bestaan dus geen rede waarom navorsingsgegewens wat op nasionale grondslag versamel is, nie aanvaarbaar sal wees vir die doeleindes van die Internasionale Standaardisasie Organisasie nie. Twee kwalifikasies word egter vir hierdie gevolgtrekking gemaak:

- (i) Die hoeveelheid gegewens waarop gevolgtrekkings baseer word, moet van 'n wye omvang wees.

(ii) Die algemene beginsels van eksperimentele ontwerp moet implementeer word in die beplanning van navorsing.

(iii) Beskikbaarheid van empiriese gegewens:

(a) Die stel gegewens wat vir die huidige ondersoek versamel is, is op aanvraag beskikbaar vir enige navorser wat verdere werk op hierdie gebied beoog.

B. AANBEVELINGS VIR VERDERE NAVORSING

Die gevolgtrekkings van die huidige ondersoek dui daarop dat die ideale meetmetode vir die waarneming van luidheid nog nie bestaan nie. Die gegewens wat vir die huidige ondersoek versamel is, kan egter as grondige basis dien vir die ontwikkeling van sodanige meetmetode. 'n Studieprojek, deur-gevoer deur 'n akoestiese ingenieur, sou die Stevens-metode vir die waarneming van luidheid verder kon verfyn om te voldoen aan die eise van meting in hierdie studieveld.

Daar bestaan tans ook nog geen meetinstrument wat volgens die Stevens-metode funksioneer nie. Die ontwikkeling van sodanige klankpeilmeter sal 'n belangrike bydrae wees tot die praktiese meting van luidheid.

Die vraag ontstaan of daar op die 95 dB verwysingspeil nog sprake kan wees van die betekenisvolle waarneming van luidheid. Hierdie intensiteitspeil is so hoog dat raserigheid en/of geraassteuring reeds 'n faktor kan wees wat 'n invloed uitoefen op die waarneming van luidheid. Om hierdie rede is dit dus nie verrassend dat die PNdB- en dB(D)-metodes, wat spesifiek ontwikkel is vir die meting van vliegtuiggeraas, sterk op die voorgrond tree nie. Op hoë intensiteitspeile kan deur gebruik te maak van die gegewens van die huidige ondersoek, verbeterings aangebring word aan die PNdB-

en dB(D)-metodes om 'n meer betroubare meting van luidheid te gee.

Die gegewens van die huidige ondersoek is versamel deur 'n konstante verwysingsklank van 1000 Hz. Toekomstige navorsing, baseer op 'n 4000 Hz verwysingsklank, sal 'n verdere bydrae lewer tot die begrip van menslike waarneming van luidheid, veral omdat menslike gehoor meer sensitief is by 4000 Hz as by 1000 Hz.

Die huidige ondersoek, wat die Stevens-metode van luidheidsbepaling as mees akkurate simulering van menslike gehoor uitwys, kan 'n belangrike bydrae lewer tot die meting van emosionele geraassteuringsinvloede in die industriële organisasie. Spesifiek kan deur die Stevens-metode 'n meer akkurate aanduiding verkry word van die werklike invloed van geraas op produktiwiteit van werknemers. Die dB(A)-metode wat in die verlede toegepas is, word in hierdie studie ongeldig verklaar. Die Stevens-metode toon aan dat die mens meer sensitief is vir klank as wat tot dusvêr algemeen deur middel van die dB(A)-metode aanvaar is. In die toekoms sal dus ook strenger beperkings gelê moet word op die hoeveelheid geraasblootstelling van werknemers ten einde produktiwiteit te verhoog.

C. SAMEVATTING VAN DIE ONDERSOEK

1. Die doel van die ondersoek was om agtien internasionaal gestandaardiseerde meetmetodes vir die waarneming van luidheid onder eenvormige toestande met mekaar te vergelyk. (Hoofstuk I)

2. Na 'n literatuurstudie oor luidheidsnavorsing en eksperimentele ontwerp (Hoofstukke II en III), is oorgegaan tot 'n voorlopige ondersoek en eksperimentele beplanning van die huidige ondersoek. (Hoofstuk IV)

3. Die metode van ondersoek (Hoofstuk V) is toegepas deur 7 laboratoria in 5 verskillende lande en die gegewens van die deelnemende laboratoria is in Hoofstuk VI uiteengesit.

5. Voordat hierdie gegewens sommeer kon word vir finale verwerking, is die volgende verwerkings uitgevoer vir die bepaling van beduidende verskille tussen gegewens van laboratoria:

(a) Houdingsvraelys aan toetslinge: (Hoofstuk VII)

Geen beduidende verskille tussen die vyf deelnemende laboratoria kon gevind word ten opsigte van die houding van toetslinge teenoor die navorsingsprojek nie.

(b) Tegniese laboratoriumkorreksies: (Hoofstuk VIII)

Geen beduidende verskille tussen die vyf laboratoria is gevind ten opsigte van tegniese laboratoriumkorreksies wat aangebring moes word weens onderlinge verskille in toerusting wat gebruik is nie.

(c) Gelyke luidheidswaardes: (Hoofstuk VIII)

Geen beduidende verskil tussen die vyf laboratoria is gevind ten opsigte van gelyke luidheidswaardes van toetslinge nie.

6. Op grond van die voorafgaande bevindinge, is 'n totaal van 3114 gelyke luidheidswaardes van die vyf laboratoria sommeer en verwerk na elkeen van die 18 meetmetodes vir die waarneming van luidheid (Hoofstuk VIII).

7. Drie kriteria vir die seleksie van die beste meetmetode is gestel, naamlik:

(a) Konstantheid van meetmetodes rondom eie gemiddeldes.

(b) Konstantheid van meetmetodes rondom berekende luidheid van verwysingsklanke van 55 dB, 75 dB en 95 dB.

(c) Hoë positiewe korrelasie tussen meetmetodes en gelyke luidheidswaardes van toetslinge.

8. Die Stevens-metode vir die waarneming van luidheid toon oor die algemeen die beste resultate vanuit al drie kriteria. Met subverdelings van

resultate in die verskillende verwysingspeil kategorieë, toon:

(a) Zwicker se metode die beste resultate op die 55 dB verwysingspeil.

(b) Stevens se metode die beste resultate op die 75 dB verwysingspeil.

(c) Die PNdB-metode die beste resultate op die 95 dB verwysingspeil.

9. Geen bevredigende verband kan gevind word tussen bestaande meetmetodes en die volgende eienskappe van die menslike gehoormeganisme nie:

(a) Frekwensieweergawe van die gehoormeganisme.

(b) Maskering van klanke.

(c) Intermaskering van klanke.

*BYLAES

*Bylaes is deur skrywer saamgestel met tegniese hulp van die Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde. Alle bylaes is ook onder beskerming van die S.A.B.S. as lidorganisasie van die Internasionale Standaardisasie Organisasie aan die deelnemers van die projek versend.

BYLAAG 1ISO/TC 43/SC 1/SGA (SOUTH AFRICA) 1BASIC PRINCIPLES ON PSYCHOLOGICAL EVALUATION OF SOUND

In connection with the proposed Round-Robin Test a few comments are appropriate at the onset of the research program:

A. A comprehensive study into the available literature should be undertaken to define the term Loudness, which obviously involves different interdisciplinary viewpoints, examples of which follow:

(i) Physiological:

Physiologically, loudness may be defined as the human ability to discriminate between intensities of sound via nerve impulses leading to the brain. The determination of a loudness function necessitates the elimination of human reactions to sound in acoustic experimentation. The basic research problem would thus be to isolate and minimize psychological biasing factors as far as possible. If it is possible to establish a loudness function purely on the basis of the measurement of nerve impulses, then this objective method will be suitable for use by Study Group A. There is some evidence of this possibility. According to Morgan (1965), differences in the amplitude of response (using electrical or other physiological measures) may be construed to reflect differences in perceived noisiness. (The words "perceived noisiness" may be seen here to mean magnitude of auditory sensation.)

(ii) Psychological factors including conditioning

With regard to sound intensities, the individual has a basic frame of reference which enables it to discriminate not only between different sound intensities, but also to determine the accuracy of discrimination. The

human being will judge loudness or magnitude of auditory sensation more accurately in the region of this basic frame of reference (e.g. for a basic frame of reference of 60 to 80 dB, the discrimination would be more accurate in this region than it would be say for sounds between 10 and 30 dB, or between 100 and 120 dB).

If Study Group A eventually decides to determine loudness on the basis of asking people what they hear, then special care must be taken in constructing an experiment which would lead to optimum accuracy and objectivity. Psychologically it is essential to report the experimental procedures in detail as well as the test results. In psychology the results alone are meaningless, because the nature of the experiment is of primary importance and has a vital influence on these results. In the results of research thus far reported, the experimental procedures have not been adequately covered. Hence from a psychological point of view, this work must be questioned as it is not backed up by clear motivation of psychological influences.

B. Factors to be considered in experimental procedures.

(i) Number of test subjects:

Human behavior is a difficult field of study because the common physiological and psychological trends are complicated by individual differences. For the purpose of standardization on an international basis, Study Group A should use as many test subjects as possible. Conclusions drawn from the proposed investigation, should apply to average human beings (or typical listeners) all over the world, and this principle demands a wide scope of research.

The practice of using 20 to 30 test subjects in a laboratory study, creating a method of calculation and then standardizing results interna-

tionally must be criticized. This is not to say that the methods of current research are scientifically invalid, but rather that these methods must be evaluated thoroughly on a large scale before they can be applied on an international basis.

(ii) Situational factors:

- (a) Emotional comfort or stress during experiments.
- (b) Physical health and hearing level of subjects.
- (c) Background factors (do test subjects come from noisy environments or not).
- (d) Time of day (e.g., will experiments be conducted before, during or after a hard day's work?) i.e. fatigue-factors.
- (e) Distractions (e.g. would subjects be allowed to smoke during experiments? Smokers may find it annoying to abstain - non-smokers may be annoyed by smoke!)
- (f) Humidity and temperature. These factors must be taken into account in an attempt to create a situation in accordance with the goals of the proposal experiment.

(iii) Instructions to test subjects:

(a) Objective or motivational:

This question is very important because the instructor may have a vital influence on the results of subjects. Objective instructions would be given without trying to persuade or influence test subjects. Motivational instructions attempt to improve the results by the direct influence of the instructor.

(b) Semantics:

Instructions should be clear, and special care should be taken to en-

sure that every subject fully understands the procedure before starting an experiment. Terminology must therefore be very carefully defined and interpreted.

(iv) Duration of the experiment:

It is known from scientific research (Nunnally, 1970) that the average human being is unable to concentrate fully on a given task for more than about 40 minutes at a time. The duration of the experiment determines to a large extent the amount of frustration and fatigue. These factors have in the past affected many worthy experiments.

C. Methods for the determination of loudness or magnitude of auditory sensation

Three principle psycho-physical methods have been used to obtain direct estimates of the relation between loudness and sound pressure.

- (i) Method of magnitude estimation.
- (ii) Method of constant stimuli.
- (iii) Method of adjustment.

In the past all these methods have been used. The question now arises as to whether all these methods should be included in the Round Robin experiment, or whether a choice can be made purely in terms of psychological reasoning.

D. Sound sources

Study Group A should consider the possible use of pure tones and/or bands of noise.

REFERENCES

1. Morgan, C.T.: Physiological Psychology. McGraw-Hill, New York, 1965.
2. Nunnally, J.C. (Jr.): Introduction to Psychological Measurement.
McGraw-Hill, New York, 1970.

BYLAAG 2R E P O R T
ON THE ACTIVITIES OF STUDY
GROUP A

Study Group A has communicated by letter and met both in Budapest (August 1971) and Vienna (September 1971). It wishes to present to the Plenary Meeting of TC 43/SC 1 the following recommendations:

I: Systems for the assessment of noise should not be designed with reference to a particular class of noise sources, whether aircraft, trucks or factories, but must be related to a particular kind of human response, e.g. hearing damage, speech interference, effects on health or general negative reaction.

II: Study Group A, considering that there is a need for a guideline to the preparation of further documents on such evaluation or assessment, herewith submits a document, entitled "Proposal for a guide to the preparation of documents on the evaluation or assessment of noise." If Sub-Committee I deems it advisable, this document could serve as a basis for such a future recommendation.

III: Study Group A has considered the problem of assessment of community response to noise, and is of the opinion that it would be inadvisable to revise Draft 1996 at this moment.

IV: In the interests of standardization, the principles of Dr. 1996 e.g. the use of L_A and L_{eq} should for the time being, be applied as far as possible in future ISO documents dealing with community response. For this purpose, "community response" should include general negative reaction, discomfort, etc., caused by whatever source of noise.

V: Study Group A should continue studies on two important problems:

- a) a unification of the various methods of evaluation of the magnitude of auditory sensation, such as loudness level, perceived noise level and various units of weighted sound level;
- b) a study of the factors involved in the assessment of general negative reaction to noise, for the purpose of eventual possible improvement and unification of all ISO documents dealing with this subjects.

To enable the study group to perform this task effectively, it should be authorized to co-opt appropriate experts in each of these two fields.

Vienna, September 8th, 1971.

BYLAAG 3

ISO/TC 43 SC 1/SGA (SOUTH AFRICA) 2

OUTLINES OF THE PROPOSED INTERNATIONAL INVESTIGATION CONCERNING
THE DETERMINATION OF MAGNITUDE OF AUDITORY SENSATION

INTRODUCTION: In applying psychological principles to the determination of magnitude of auditory sensation a firm definition to this phenomena and distinction from other similar terms is necessary. The concept of magnitude of auditory sensation has been specifically chosen to avoid the pitfalls of the term loudness. We can say that magnitude of auditory sensation is synonymous to "pure loudness".

The term magnitude of auditory sensation can be defined as the ability of the normal human being to perceive and discriminate between sounds of different magnitude - this and only this. According to Stevens and Davis (13p 110) "Loudness refers to an aspect of the sensation obtained by listening directly to a sound. We measure loudness by means of the discriminatory responses of a normal human observer".

On psychological grounds it is of primary importance to discriminate between human responses concerning judgements, and human reactions concerning sentiments. With judgements we presuppose that a correct answer exists i.e. we know beforehand what is right and what is wrong. To judge therefore is to perceive a stimulus and compare it with another stimulus. The word sentiments however is used to cover all reactions concerning personal reactions, preferences, interests, attitudes and likes and dislikes. This implies a reaction upon perceiving and evaluation i.e. we first have to perceive something before we can react to it (9p 162). The first term is applicable to magnitude of auditory sensation; the latter is applicable to the annoyance caused by noise and general negative reaction.

In trying to determine the magnitude of auditory sensation, it is therefore necessary to try and eliminate or isolate sentimental values as far as possible. When sentiments influence judgements we can only speak of sentiments. Thus the most difficult task of this investigation would be to obtain objective data from a large number of subjects, under controlled conditions of minimal sentimental influences. "In the study of judgements, an important problem is to relate the perceived intensity of sound to the physical intensity of sound. Whenever subjects make judgements, there is a veridical comparison either actually available or at least potentially so" (13 p 162).

The term loudness or magnitude of auditory sensation must not be confused with noisiness, annoyance or general negative reaction because the latter deals with problems related to sentimental values (or human reactions). Single human reactions can be studied successfully in laboratories where experimental conditions are designed to introduce as variables one or more sentimental values. However, for practical purposes it seems unlikely that it is possible to determine general negative reaction by means of laboratory experiments for the simple reason that a multitude of variables cannot be successfully controlled in a laboratory. General negative reaction or community reaction should therefore be determined by means of sociological studies. (Muller, and Bottom and Watters, amongst others, have already worked in this direction.) Hirsh, in ISO/TC 43/SC1 Study Group A of 10 July 1970, under the heading General negative reaction, implies the same conclusion.

OBJECTIVE

OBJECTIVE: The objective of this investigation is to evaluate the various objective assessment procedures, for the determination of magnitude of auditory sensation.

In order to achieve this objective it is proposed to proceed as follows:

A. Defining the necessary controlled conditions: In all psycho-acoustic experimentation biases should be considered because of their possible significant influences on experimental results and must therefore (for the purpose of the study) be carefully investigated. It is proposed that the possible influence of these factors be determined by a pilot study carried out in South Africa. It is hoped that sufficient data will be obtained from results of previous studies and the pilot study to minimize these biases when the instructions for the Round Robin experiment are compiled.

In dealing with psychological biases the investigator must try to eliminate them by proper experimental design or to determine their relative effects and attempt to remove them from the results obtained.

From an analysis of the available literature on the different psycho-physical methods it was concluded that the method of constant stimuli was best suited for the purpose of the pilot study. According to Guilford (5 p 118) "The constant methods are generally regarded as the most accurate and the most widely applicable of all the psycho-physical methods." (See appendix A for description of methods). The following list of psychological biases is presented as a guide, but it is essential that the members of the study group should put forward other biases which they may consider important. It would be appreciated if a full description of these psychological biases be given:

1) Psychological stress. The stress factor is to be found in the introduction of features designed to arouse anxiety or to produce other emotional disturbances. This may be induced by the test situation or the subject may bring some of these factors into the laboratory. In this respect it is important to note the following factors that might affect the investigation i.e. startle-producing stimuli, such as loud noise, distractions, criticism, time pressure in the performance of an assigned task, failure or threat of failure, forced participation and interpersonal conflicts involving examiners or observers (1p 608).

2) Duration of experiments. This factor may have an influence on an experiment inducing fatigue and decrease in accuracy of response. It is proposed that no single experimental session be longer than a period of 30 minutes. (15 p 534).

3) Motivation. This factor implies the psychological attitude of subjects in a laboratory experiment. This attitude is of particular importance to this investigation where emphasis is placed on optimum responses of subjects. Motivation in this sense can be divided into positive and negative categories. Positive motivation may be induced by suggestion of the importance of the outcome of the results obtained. This could be considered as standard motivation. Negative motivation is the result of stress factors already mentioned. It is expected that an attitude of no motivation (or objective instructions by observers) and positive motivation in the sense described

/above

above, would be acceptable but negative motivation (stress) should be avoided in determining the magnitude of auditory sensation.

4) Time order error or order effect. When two equal stimuli are presented in sequence the second stimulus is perceived to be different. For auditory stimuli the delay between the two stimuli, affects the magnitude of perception of the second stimulus.

This error is insignificant if suitable quiet intervals are chosen (for Round Robin a silent time interval of 1 second is proposed (11p 1083)).

5) Time of day. Differences in alertness can affect the ability of the human being in making judgements. The alertness of a subject may vary throughout the day, and different results can be expected for different periods of the day. The proposed pilot study will take this into account and try to determine the magnitude of this effect.

6) Cultural background. This effect of cultural differences cannot be fully investigated in the pilot study. This kind of variation must however be taken into account in an international standard. It is proposed that the members of Study Group A should consider this and are invited to comment on its relative importance.

7) Physical conditions. The environmental conditions, and procedures under which subjects perform experiments should be consistent throughout the investigation. This should take into account conditions like humidity, possible physical distractions and the presence or absence of observers.

8) Semantics. The choice of words in instructions to subjects must be standardized. Misinterpretation to the meaning of what is expected may produce significant differences. Thus it is proposed that careful consideration be given to the choice of important terminology such as loudness, magnitude of sensation, louder and softer, stronger and weaker.

9) Observers. A study of the available literature clearly shows that bias in psychophysical experimentation can mainly be attributed to the effect of observers on subjects. Careful instructions to observers should be drafted in an attempt to standardize instructions and motivations.

10) Feedback. Should be immediate and as specific as possible (15p 276).

It is expected that the information from the pilot study would enable the organizers to eliminate or isolate these psychological biases.

B. CHOICE OF PSYCHO-PHYSICAL METHOD. It is considered that the different psycho-physical experimental methods give significantly different results. It is therefore proposed that one particular method be selected for the evaluation of the magnitude of auditory sensation. The method should be selected on criteria of quality in the sense of accuracy, ease of implementation and repeatability. After careful evaluation of the different methods available (see appendix B) it is proposed that the method of constant stimuli best satisfies our requirements, and should be selected for the Round Robin experiment.

/If this is

If this is however not acceptable to Study Group A a preliminary Round Robin (as described in Appendix C) will have to be performed. Note that this will delay the publication of a final report by approximately one year. If however Study Group A could agree to the recommendation that the method of constant stimuli be the prescribed method for the determination of magnitude of auditory sensation, then the Round Robin investigation as described below can be started earlier.

Round Robin Investigation:

Objective: We require to estimate the loudness of a sufficient number of different spectra which approximates noises heard in everyday life. They should however be unidentifiable. The method of constant stimuli is applied to subjects between the age of 18 and 26 years with normal hearing ability. The proposed signals as variable stimuli are as follows:

Signals for Round Robin Experiment:

- 1) Reference 1/3 octave band noise centre freq 1 000 Hz
- 2)a) Comparison of 1/3 octave bands for evaluation of weighting networks.
 - i) 1/3 octave centre freq 500 Hz
 - ii) 1/3 octave centre freq 2 000 Hz
 - iii) 1/3 octave centre freq 4 000 Hz
 - iv) 1Bark centre freq 1 000 Hz
- b) Comparison of 1/1 octave bands
 - i) 1/1 octave centre freq 500 Hz
 - ii) 1/1 octave centre freq 2 000 Hz
 - iii) 1/1 octave centre freq 4 000 Hz
- c) Wide band noise tests.
 - i) Noise; equal amplitude spectrum (HHH)
 - ii) Noise; prominence at high freq (LLH)
 - iii) Noise; prominence at low freq (HLL)
 - iv) Noise; prominence at high and low freq (HLH)
 - v) Noise; prominence at mid freq (LHL)
 - vi) Noise consisting of a combination of 1/3 octave bands with centre frequencies of 250 Hz, 1 000 Hz and 4 000 Hz (BN)
- d) Noise plus pure tones
 - i) HHH + 500 Hz pure tone
 - ii) HHH + 2 000 Hz pure tone
 - iii) HHH + 4 000 Hz pure tone
- e) Noise + combinations of pure tones
 - i) HHH + 500 + 2 000 Hz pure tones
 - ii) HHH + 500 + 4 000 Hz pure tones
 - iii) HHH + 2 000 + 4 000 Hz pure tones
 - iv) HHH + 500 + 2 000 + 4 000 Hz pure tones

/f) Loudness

5

- f) Loudness and affect of variability
- 1) Exponential rise and fall. Duration > 500 m sec
- 2) Triangular rise and fall. Duration > 1 sec
- 3) Random variation of 4-6 dB

NOTE

- 1) A and C must be done by all participants
- 2) For F there is only a change in amplitude. No frequency change. Attempt to get equal energy content over the duration of each exposure.

The signals will be prepared on tape in such a manner that all the signals will present the same power as the reference signal to the equipment. The comparison signals are then varied by means of attenuators with reference to this level.

It is proposed to include one set of signals of varying amplitude to study the effect of variability on loudness. It is suggested that the duration of the noise signals for the determination of the effects of variability be 3 to 4 seconds. For the other signals a duration of 1 second and a 1 second silent interval is proposed (11p 1083, 10p 1557).

Results: For each spectrum the "pure loudness" as estimated by the known calculation and weighting methods thus far used in ISO documents will be determined. These "pure loudness" levels will be compared with the results obtained by the experimental judgements.

/APPENDIX A

BYLAAG 3(a)APPENDIX A - DESCRIPTION OF PSYCHO PHYSICAL METHODS
FOR THE DETERMINATION OF THE MAGNITUDE OF AUDITORY SENSATION

The objective of the Round Robin experiment is to perform equal loudness comparisons of various stimuli. It is essential that a reference signal be used as a standard. The psychophysical methods chosen must be capable of determining when two stimuli are equally loud.

The reference signal is a $1/3$ octave band of noise with a centre frequency of 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa.

Of the methods discussed only those versions which employ a reference signal and lead to an equal loudness determination, are considered.

The methods described are

- 1) Magnitude of estimation,
- 2) method of constant stimuli,
- 3) method of adjustment, and
- 4) method of bisection (equisection).

The method of maximum likelihood is discussed in conjunction with the method of constant stimuli:

A-1 METHOD OF MAGNITUDE ESTIMATION. A reference noise is presented to the subject and an arbitrary number (e.g. 1, or 100) is assigned to the loudness of the reference noise. A comparison noise is then presented, and the subject is required to assign a number which is proportional to the loudness of the comparison noise.

A series of reference noises and comparison noises are presented to the subject.

This method has the following disadvantages:

- 1) The subjects are influenced by the order in which the stimuli are presented.
- 2) The preceding stimuli influences the frame of reference of the subject.

A-2 METHOD OF CONSTANT STIMULI. The subject is presented with a reference noise and then a comparison noise. The reference and comparison noises are presented alternatively until the subject decides which of the stimuli is louder.

This method requires a large number of decisions before an estimation of the equal loudness point can be determined. The method of maximum likelihood is considered to be an optimized version of method of constant stimuli.

/A-3

A-3 METHOD OF ADJUSTMENT. The subject is able to adjust the loudness of the comparison noise by a suitable control mechanism. The comparison noise is adjusted until it is judged to be as loud as the reference noise.

This method requires the use of motor skills to adjust the loudness and hence a possible bias is introduced.

A-4 METHOD OF BISECTION. Two reference noises of differing intensities are presented to the subject. The subject is required to adjust the comparison noise so that the judged loudness of the comparison signal is half as loud as the louder reference and twice as loud as the softer reference noise.

(NB. Different proportions may be used.)

This method leads to an interval scale of loudness and is not really applicable for obtaining equal loudness measurements.

/APPENDIX B

BYLAAG 3(b)

8

APPENDIX B - EVALUATION OF PSYCHO-PHYSICAL METHODS FOR THE
DETERMINATION OF THE MAGNITUDE OF AUDITORY SENSATION

The following criteria are considered to be important when selecting a particular psychophysical method for equal loudness determination:

- a) A minimal amount of mental and physical activity that is required to make a judgement. Hence the effort of possible psychological biases are reduced to a minimum.
- b) An accurate result must be obtained with the minimum number of measurements.
- c) The method must be simply and easily applied: A minimal amount of equipment should be required and calibration procedures should be simple and accurate.

Of the methods discussed in Appendix A it is considered that the method of constant stimuli is an optimum choice. Only a difference judgement is required and the minimum amount of equipment is needed. Unfortunately a large number of measurements are required to obtain an equal loudness measurement. This disadvantage is partially offset because the method of constant stimuli is generally more sensitive and accurate than the other psycho-physical methods discussed.

The method of Bisection does not readily lead to equal loudness measurements. Motor skills are required and the equipment for adjusting the loudness of the variable stimuli is difficult to calibrate accurately if the subject is not to be influenced by the mechanism (14p 71). Thus the method is considered to be inferior to the method of constant stimuli.

The method of adjustment also employs motor skills in adjusting the loudness of the comparison noise, and is subject to the procedural disadvantages mentioned above. This method is not as accurate as the method of constant stimuli. It should be noted that an equal loudness measurement can be quickly and easily determined. To obtain a measure of accuracy, the subject must make two extra measurements to determine the loudness of the noise, where the noise is i) definitely louder than and ii) definitely softer than the reference signal.

Magnitude of estimation is subject to a number of psychological or conditioning biases which are difficult to remove or account for in the design of an experiment, and hence this method is not recommended.

The method of maximum likelihood requires fewer measurements than the method of constant stimuli. This method of maximum likelihood is best implemented on a computer controlled system. Very few laboratories have this kind of facility. An unknown stress factor is introduced by this method and hence the simpler, but less efficient method of constant stimuli is preferred to the method of maximum likelihood.

/APPENDIX C

BYLAAG 3(c)

APPENDIX C - PRELIMINARY ROUND ROBIN EXPERIMENT

In this experiment only the methods of magnitude estimation, constant stimuli and adjustment are considered. The method of bisection is not really applicable to equal loudness measurements, and has thus been discarded.

The following equipment is required; a good quality stereo tape recorder, a calibrated attenuator and a calibrated Sone potentiometer. The attenuation introduced by the Sone potentiometer must be easily and accurately determined by the person controlling the experiment. A suitable amplifier and loudspeaker in a suitably absorbent room is also required.

Experimental procedures for each of the three methods will have to be drawn up and approved. Seperate tapes for each method will have to be made and distributed.

The reference signal is a $1/3$ octave band of noise with a centre frequency of 1 000 Hz.

The noise signals will consist of $1/3$ octave bands of noise with centre frequencies 500, 2 000, 4 000 Hz, wide band noise with and without pure tone components.

To obtain a reasonable set of results each participant would have to use all the methods described.

It is expected that the earliest date for the publication of the results of the preliminary Round Robin will be January 1973. Thus the main Round Robin experiment will be delayed by approximately a year. The extra information gained by conducting a preliminary Round Robin is not considered to be significant.

1. Anastasi A: Psychological Testing, Macmillan Co., New York 1961 2nd Edition
2. Baker L M: General Experimental Psychology, New York, Oxford University press 1960
3. Brunswik E: Perception and the Representative Design of Psychological Experiments, University of California Press, 1956
4. Guilford J P: Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw-Hill, New York, 1956
5. Guilford J P: Psychometric Methods, McGraw-Hill, New York, 1954
6. Hirsh I J: The Measurement of Hearing, McGraw-Hill, London 1952
7. Jerger J: Modern Developments in Audiology, Academic Press, New York, 1963.
8. Lane H Benn D: A Laboratory Manual for the Control and Analysis of Behaviour, Wadsworth Publishing Company, Belmont 1965
9. Nunnally (Jr) J C: Introduction to Psychological Measurement, McGraw-Hill, New York, 1970
10. Reichard W: Subjective and Objective Measurement of the Loudness Level of Single and Repeated Impulses. J A S A Vol 47 No.6 (Part 2) 1970 p 1557-1562
11. Reichard W, Niese H: Choice of Sound Duration and Silent Intervals for Test and Comparison Signals in the Subjective Measurement of Loudness Level. J A S A Vol 47 No.4 (Part 2) 1970 p 1083-1090
12. Stevens S S: The Measurement of Loudness, Journal of the Acoustical Society of America, Volume 27 No. 5, 1955
13. Stevens S S, Davis H: Hearing, its Psychology and Physiology, John Wiley & Sons, London 1938.
14. Stevens S S, Poulton E C: Journal of Experimental Psychology Vol 51, No. 1 1956 p 71-78
15. Tiffin J, McCormick E J: Industrial Psychology, George Allen & Unwin Ltd, London 1968
16. Preliminary Report on Round Robin Test on Evaluation of Loudness of Impulsive Noise, Study Group B under ISO/TC/43/SC1, July 1971

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)3

INVITATION TO
INTERNATIONAL ROUND ROBIN TEST ON MEASUREMENTS
AND CALCULATIONS ON THE MAGNITUDE OF AUDITORY
SENSATION OF SOUNDS

INTRODUCTION. In an attempt to predict human response to the sound environment in which man exists, many researchers have made suggestions on how these reactions may be predicted by means of objective evaluation. In all this work researchers have approached the problem from different angles and by using different methods. These different approaches have, for constant sound stimuli, led to a variety of objective assessment procedures and units. A few of these procedures have been standardized by ISO i.e. ISO R.131, ISO R.532, ISO R.454, A weighting curve, IEC 123,179, PNAB, ISO R 507, ISO R 1760, D weighting curve, etc. The multitude of units are leading to mistrust in international standardization and an impairment of the international exchange of information. It is proposed that in human judgement of sound two basic principles are of importance viz. judgement of "magnitude of auditory sensation", and "general negative reaction".

In applying psychological principles to the determination of magnitude of auditory sensation a firm definition to this phenomena and distinction from other similar terms is necessary. The concept of magnitude of auditory sensation has been specifically chosen to avoid the pitfalls of the term loudness. We can say that magnitude of auditory sensation is synonymous to "pure loudness".

The term magnitude of auditory sensation can be defined as the ability of the normal human being to perceive and discriminate between sounds of different magnitude - this and only this. According to Stevens and Davis (13p 110) "Loudness refers to an aspect of the sensation obtained by listening directly to a sound. We measure loudness by means of the discriminatory responses of a normal human observer".

On psychological grounds it is of primary importance to discriminate between human responses concerning judgement, and human reactions concerning sentiments.

With judgements we presuppose that a correct answer exists i.e. we know beforehand what is right and what is wrong. To judge therefore is to perceive a stimulus and compare it with another stimulus. The word sentiments however is used to cover all reactions concerning personal reactions, preferences, interests, attitudes and likes and dislikes. This implies a reaction upon perceiving and evaluation i.e. we first have to perceive something before we can react to it (9p 162). The first term is applicable to magnitude of auditory sensation; the latter is applicable to the annoyance caused by noise and general negative reaction.

In trying to determine the magnitude of auditory sensation, it is therefore necessary to try and eliminate or isolate sentimental values as far as possible.

When sentiments influence judgements we can only speak of sentiments. Thus the most difficult task of this investigation would be to obtain objective data from a large number of subjects, under controlled conditions of minimal sentimental influences. "In the study of judgements, an important problem is to relate the perceived intensity of sound to the physical intensity of sound. Whenever subjects make judgements, there is a veridical comparison either actually available or at least potentially so" (13 p 162).

The term loudness or magnitude or auditory sensation must not be confused with noisiness, annoyance or general negative reaction because the latter deals with problems related to sentimental values (or human reactions). Single human reactions can be studied successfully in laboratories where experimental conditions are designed to introduce as variables one or more sentimental values. However, for practical purposes it seems unlikely that it is possible to determine general negative reaction by means of laboratory experiments for the simple reason that a multitude of variables cannot be successfully controlled in a laboratory. General negative reaction or community reaction should therefore be determined by means of sociological studies. (Muller, and Bottom and Watters, amongst others, have already worked in this direction.) Hirsh, in ISO/TC 43/SC1 (Vienna -9)96 under the heading General negative reaction, implies the same conclusion.

OBJECTIVE. The objective of this investigation is to evaluate the various objective assessment procedures, for the determination of magnitude of auditory sensation.

In order to achieve this objective it is proposed to proceed as follows:

A Defining the necessary controlled conditions: In all psycho-acoustic experimentation biases should be considered because of their possible significant influences on experimental results and must therefore (for the purpose of the study) be carefully investigated. The possible influence of these factors will be determined by a pilot study carried out in South Africa. It is hoped that sufficient data will be obtained from results of previous studies and the pilot study to minimize these biases when the instructions for the Round Robin experiment are compiled.

In dealing with psychological biases the investigator must try to eliminate them by proper experimental design or to determine their relative effects and attempt to remove them from the results obtained.

From an analysis of the available literature on the different psychophysical methods it was concluded that the method of constant stimuli was best suited for the purpose of the pilot study. According to Guilford (5 p 118) "The constant methods are generally regarded as the most accurate and the most widely applicable of all the psycho-physical methods." The following list of psychological biases is presented as a guide.

1) Psychological stress. The stress factor is to be found in the introduction of features designed to arouse anxiety or to produce other emotional disturbances.

This may be induced by the test situation or the subject may bring some of these factors into the laboratory. In this respect it is important to note the following factors that might affect the investigation i.e. startle-producing stimuli, such as loud noise, distractions, criticism, time pressure in the performance of an assigned task, failure or threat of failure, forced participation and interpersonal conflicts involving examiners or observers (1p 608).

2) Duration of experiments. This factor may have an influence on an experiment inducing fatigue and decrease in accuracy of response. It is proposed that no single experimental session be longer than a period of 30 minutes.(15p 534).

3) Motivation. This factor implies the psychological attitude of subjects in a laboratory experiment. This attitude is of particular importance to this investigation where emphasis is placed on optimum responses of subjects. Motivation in this sense can be divided into positive and negative categories. Positive motivation may be induced by suggestion of the importance of the outcome of the results obtained. This could be considered as standard motivation. It is expected that an attitude of no motivation (or objective instructions by observers) and positive motivation in the sense described above, would be acceptable but negative motivation (stress) should be avoided in determining the magnitude of auditory sensation.

4) Time order error or order effect. When two equal stimuli are presented in sequence the second stimulus is perceived to be different. For auditory stimuli the delay between the two stimuli, affects the magnitude of perception of the second stimulus.

This error is insignificant if suitable quiet intervals are chosen (for the Round Robin a silent time interval of 1 second is proposed (11p 1083)).

5) Time of day. Differences in alertness can affect the ability of the human being in making judgements. The alertness of a subject may vary throughout the day, and different results can be expected for different periods of the day. The proposed pilot study will take this into account and try to determine the magnitude of this effect.

6) Cultural background. This effect of cultural differences cannot be fully investigated in the pilot study. This kind of variation must however be taken into account in an international standard.

7) Physical conditions. The environmental conditions, and procedures under which subjects perform experiments should be consistent throughout the investigation. This should take into account conditions like humidity, possible physical distractions and the presence or absence of observers.

8) Semantics. The choice of words in instructions to subjects must be standardized. Misinterpretation to the meaning of what is expected may produce significant differences. Thus it is proposed that careful consideration be given to the choice of important terminology such as loudness, magnitude of sensation, louder and softer, stronger and weaker.

9) Observers. A study of the available literature clearly shows that bias in psychophysical experimentation can mainly be attributed to the effect of observers on subjects. Careful instructions to observers should be drafted in an attempt to standardize instructions and motivations.

10) Feedback. Communication of information to the testee on his reaction to a test should be immediate and as specific as possible (15p 276).

It is expected that the information from the pilot study would enable the organizers to eliminate or isolate these psychological biases.

The pilot study consists of a number of signals to be investigated under the following conditions:

1. Psychological stress including positive and negative motivation:

a) Reference 1 000 Hz pure tone at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa versus

- i) Pure tone with frequency 500 Hz
- ii) Pure tone with frequency 2 000 Hz
- iii) Pure tone with frequency 4 000 Hz

(This experimentation will be conducted at standard motivational conditions carefully constructed by the investigators.)

b) Repeat 1(a) by introducing negative or stress motivation.

2. Time of day

a) Repeat 1(a) at another time during a day to determine the significance of its effect.

3. Time order error or order effect

a) Reference; $\frac{1}{3}$ octave band noise centred on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa , versus

- i) Pure tone with frequency 500 Hz
- ii) Pure tone with frequency 1 000 Hz
- iii) Pure tone with frequency 4 000 Hz

b) Repeat 3(a) in reversed order i.e. variable stimulus presented first and then the reference, for comparison purposes.

4) Comparison between 1 000 Hz pure tone and $\frac{1}{3}$ octave band noise centered at 1 000 Hz

a) Reference; $\frac{1}{3}$ octave band noise centered at 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa , versus

- i) Pure tone with frequency 500 Hz
- ii) Pure tone with frequency 1 000 Hz
- iii) Pure tone with frequency 4 000 Hz

5) Tones versus $\frac{1}{3}$ octave bands

a) Reference; $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

- i) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 500 Hz
- ii) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 2 000 Hz
- iii) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 4 000 Hz

b) Compare with results obtained in 1(a).

6) Signal duration

a) Reference; $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa;

Reference noise duration 1 s versus

- i) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 250 Hz; signal duration 3 s
- ii) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz; signal duration 3 s
- iii) $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 4 000 Hz; signal duration 3 s

NOTE: In this test the signals are presented in 6 cycles to equalize time duration of experiments. In all other cases 7 cycles is used.

7) The other factors mentioned under A (defining the necessary controlled conditions) may be classified into two groups.

A(i) Duration of experiments: 30 min experimental duration is proposed as a general principle and could only be extended after a sufficient rest period of not less than 5 min. This generalization is based on psychological research.

(ii) Observers: Instructions will be drafted after the experience of the pilot study is taken into consideration.

(iii) Feedback: A general principle based on psychological research in the past.

B(i) Cultural background: The effect of this phenomena will be taken care of in the Round Robin experiment. By summaration of data obtained from laboratories in different countries this effect will be standardized.

(ii) Semantics: Precise definition of terminology and instructions will be drafted in English. Translation into the different languages should be done into the different languages by the various participants. Then translations should however be sent to the organizers for careful evaluation before conducting the Round Robin experimentation.

SIGNALS FOR ROUND ROBIN EXPERIMENT

1) Frequency response of the hearing mechanism

a) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

- i) $\frac{1}{3}$ octave band noise with centre frequency 500 Hz
- ii) $\frac{1}{3}$ octave band noise with centre frequency 2 000 Hz
- iii) $\frac{1}{3}$ octave band noise with centre frequency 4 000 Hz

b) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

- i) Octave band noise with centre frequency 500 Hz
- ii) Octave band noise with centre frequency 2 000 Hz
- iii) Octave band noise with centre frequency 4 000 Hz

c) Repeat tests under 1(a) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 55 dB re 20 μ Pa .

d) Repeat tests under 1(a) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 95 dB re 20 μ Pa .

2) Masking and inter-masking effects

a) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

- i) Wide band noise with equal amplitude spectrum (HHH)
- ii) Wide band noise with predominance at high frequency (LLH)
- iii) Wide band noise with predominance at middle frequency (LHL)

b) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

- i) Wide band noise with prominence at low frequencies (HLL)
- ii) Wide band noise with prominence at high and low frequencies (HLH)
- iii) Band noise of 1 Bark band width centered on 1 000 Hz

c) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa, versus

A noise signal consisting of a combination of $\frac{1}{3}$ octave bands of noise of equal amplitude with centre frequencies

- i) 250 Hz, 1 000 Hz and 4 000 Hz
- ii) 125 Hz, 800 Hz, and 3 000 Hz
- iii) 250 Hz, 2 000 Hz and 8 000 Hz

d) Repeat tests under 2(c) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 55 dB re 20 μ Pa .

e) Repeat tests under 2(c) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 95 dB re 20 μ Pa .

g) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 μ Pa , versus

A noise signal consisting of a combination of a wide band signal, HHH (see 2(a)(i)) and a pure tone, where the amplitude of the pure tone is 15 dB above the amplitude of the wide band noise and where the pure tone have a frequency of

- i) 500 Hz (HHH + 500 Hz)
- ii) 2 000 Hz (HHH + 2 000 Hz)
- iii) 4 000 Hz (HHH + 4 000 Hz)

h) Repeat tests under 2(g) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 55 dB re 20 μ Pa .

j) Repeat tests under 2(g) with a reference of $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 95 dB re 20 μ Pa .

k) Repeat tests under 2(g) with a noise signal consisting of a combination of a wide band signal, HHH, (see 2(a)(i)) and a pure tone where the amplitude of the pure tone is 25 dB above the amplitude of the wide band noise and where the pure tone have the frequencies given in 2(g).

l) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a sound pressure level of 75 dB re 20 Pa , versus a wide band signal, HHH (see 2(a)(i)) and a combination of two pure tones, where the amplitude of the pure tones is 15 dB above the amplitude of the wide band noise and where the pure tones have frequencies of:

- i) 500 Hz and 2 000 Hz (HHH + 500 + 2 000)
- ii) 500 Hz and 4 000 Hz (HHH + 500 + 4 000)
- iii) 2 000 Hz and 4 000 Hz (HHH + 2 000 + 4 000)

m) Repeat tests, under 2(l) with a noise signal consisting of a combination of a wide band signal, HHH, (see 2(a)(i)) and a combination of pure tones, where the amplitude of the pure tones is 25 dB above the amplitude of the wide band noise and where the pure tones have the frequencies given in 2(l).

3) Effects of variability

a) Reference: $\frac{1}{3}$ octave band noise centered on 1 000 Hz at a constant sound pressure of 75 dB re 20 μ Pa , versus

- i) Wide band noise, HHH (see 2(a)) of an amplitude rising exponentially over a period of 1 second, remaining at a constant amplitude for 2 seconds, and then the amplitude falls exponentially over a period of 1 second.
- ii) Wide band noise, HHH, (see 2(a)) of an amplitude rising linearly over a period of 1 second, remaining at a constant amplitude for 2 seconds, and then the amplitude falls linearly over a period of 1 second.

iii) Wide band noise, HHH (see 2(a)) of which the amplitude varies randomly over a range of 4 to 6 dB for a duration of 4 seconds.

All the signals except in the case of 3, will be presented for a one second duration with a one second interval with the reference presented first, followed by the stimulus. Seven presentations of the same stimulus is made whereafter a pause is allowed to be followed by seven presentations of the following stimulus. The order and levels at which the stimuli are presented will be randomized.

The test signals will be prepared on tape, to be replayed at a speed of 950 mm/s at a replay characteristic as specified by CCIR on a twin track stereo tape recorder. Each tape will consist of a 127 mm spool on which the signals will be recorded as follows:

- a) 26 presentations of each stimulus for the preliminary equal loudness determination.
- b) 54 presentations consisting of groups of 7 presentations of each stimulus in a random order.
- c) All the signals will be so recorded that they should give an equal reading on a true rms meter if the replay characteristics of the tape recorder is in conformity with the CCIR record replay characteristic specification.

Every test will consist of:

- a) A preliminary equal loudness determination which could last for up to 10 min followed by
- b) a break of 5 min, followed by
- c) the actual equal loudness determination on a set of three stimuli, lasting from 28 to 30 min .

Each tester may not be tested more than twice per day, and each test should be completed by as many testees as possible but wherever possible a minimum of 20 should complete the series of tests.

Equipment Needed

The minimum equipment needed for participation is:

- 1) A test cubicle in which the A weighted background noise level do not exceed 40 dB(A) and which is essentially sound absorbent. A loudspeaker shall be mounted at a distance of ± 1 m in front of the testee, who shall be seated on a chair with headclamp.

NOTE: The test may be performed in a full free field environment, and, if the characteristics are accurately known, by means of earphones, although the use of earphones are not preferred.

- 2) A good quality, two channel (stereophonic) tape recorder, having a replay characteristic the reverse of the CCIR specified recording characteristic, and a replay speed of 950 mm/s . The cross talk on replay between the two channels shall have a ratio in excess of 50 dB .

- 3) A calibrated attenuator, with an attenuation range of at least 50 dB and calibrated in steps of 1 dB .

NOTE: Care shall be taken in the matching of the input and output of the attenuator into the equipment chain.

- 4) A high quality stereophonic amplifier which will have a possibility for the correction of the frequency response of the loudspeaker, and which can be switched for connection of the two separate input channels to a common loudspeaker. The two input channels must be individually controllable for input sensitivity.

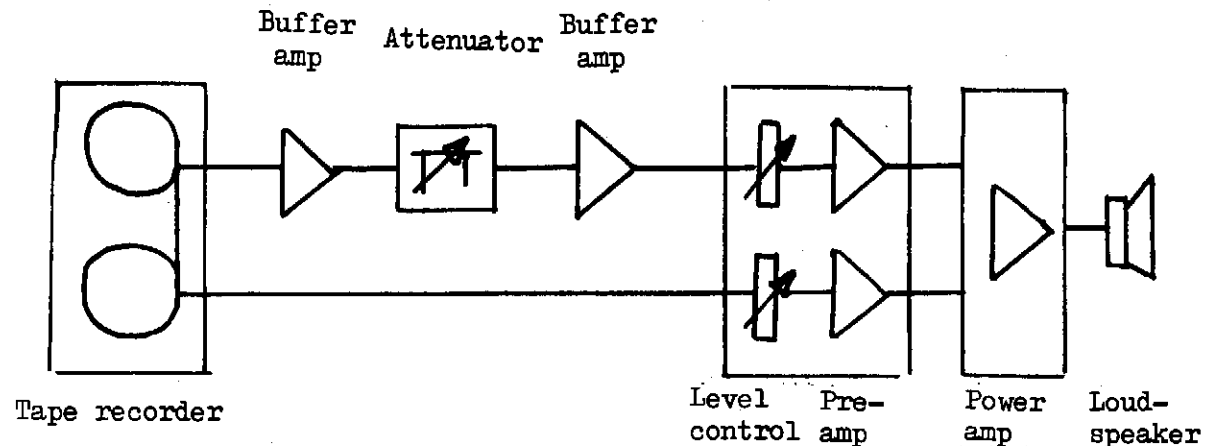
NOTE: If headphones are used, the amplifier output shall match the characteristics of the headphones.

- 5) A high-quality loudspeaker of which the electro acoustic characteristics are accurately known.

NOTE: If headphones are used, the electro-acoustic characteristics, when measured on an 6 cc coupler in accordance with IEC Publication 303 shall be such that the requirements for the test chain shall be satisfied.

- 6) Sound pressure level measuring equipment complying with the characteristics laid down in IEC Publication 179 having facilities for doing an octave band, but preferably a one third octave band analysis at the centre frequencies laid down in ISO R 266.

The total equipment chain shall be in accordance with figure 1.



The total equipment set up shall have the following characteristics:

- Frequency response.** The acoustical frequency response at the head of the observer shall be within ± 3 dB of the value at 1 000 Hz over the frequency range 125 Hz to 8 000 Hz .
- Output.** The maximum sound pressure level of the loudspeaker shall be at least +125 dB re 20 μ Pa over the frequency range 125 Hz to 8 000 Hz .
- Distortion.** At the output sound pressure level specified in (b) above the total distortion introduced by the equipment shall not exceed 10% .

d) Signal-to-noise ratio. At all sound pressure levels of measurement of + 55 dB to +125 dB re 20 μ Pa the signal-to-noise ratio of the entire equipment set-up shall exceed 40 dB .

NOTE: If earphones are used, the same electro acoustical requirements for the entire equipment must be met, if the acoustical measurements are made on a coupler in accordance with IEC 303

NOTE: Fully automatic or computerized equipment may be used providing that the total equipment characteristics comply with the requirements set out above.

EVALUATION AND PRESENTATION OF RESULTS

The results of the tests will be evaluated by the organizers to determine which objective method(s) of assessment of the stimuli correlates best with the judgements made during the tests. To get better statistical significance it is important to have the largest possible volume of test data. It may be possible for some participants to conduct only some of the tests. The selection of tests may be considered in consultation with the organizers. Test results will be able to be presented in a form which may be processed by computer. The format in which the results may be presumed will be agreed later.

TIME TABLE

It is anticipated that the pilot study will be completed by October 1972 whereafter the final experimental instructions may be completed for the Round Robin which should commence not later than 1 January 1973. The time schedule proposed is therefore as follows:

- 1) Applications from laboratories, institutes and scientists will be accepted until 15 June 1972.
- 2) The test signal tapes will be distributed before 1 December 1972

NOTE: The tapes may have to be purchased at cost, although every effort will be made to supply the tapes free of charge. A maximum price of \$5,00 per tape should not be exceeded

- 3) The results of the tests must be returned before 31 May 1973.
- 4) Preliminary report prepared by 1 August 1973.
- 5) It is hoped that the preliminary report will be ready for presentation to ISO/TC 43/SC1 by its next meeting during the second half of 1973.

PARTICIPATION

Participation in this Round Robin test is open to all interested bodies or persons able to perform the measurements described above.

It is hoped that all persons who participated in the Round Robin test on impulsive sounds as well as all members of Study Groups A and B and as many other laboratories and individuals as possible will also be able to participate in this Round Robin test.

Study group members are requested to canvas as many participants as possible and copies of this document is freely available upon request from:

Mr G V Meij
Head, Electronics & Acoustics Division
S A Bureau of Standards
Private Bag X191
PRETORIA
Republic of South Africa

Any person interested in participation is requested to fill in the attached form and to return it as soon as possible, but not later than 15 June 1972 to the above address.

ORGANIZATION

The test is organized under the guidance of ISO/TC 43/SC1/SGA and is organized by

a) Technical and instrumental organization:

Mr G V Meij
Head, Electronics and Acoustics Division
S A Bureau of Standards
Private Bag X191
PRETORIA
Republic of South Africa

b) Psychological and procedural organization:

Mr A J van Wyk
Department of Industrial Psychology
University of Stellenbosch
STELLENBOSCH
Cape Province
Republic of South Africa

BIBLIOGRAPHY

1. Anastasi A: Psychological Testing, Macmillan Co., New York 1961 2nd Edition
2. Baker L M: General Experimental Psychology, New York, Oxford University press 1960
3. Brunswik E: Perception and the Representative Design of Psychological Experiments, University of California Press, 1956
4. Guildford J P: Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw-Hill, New York, 1956

5. Guildford J P: Psychometric Methods, McGraw-Hill, New York, 1954
6. Hirsh I J: The Measurement of Hearing, McGraw-Hill, London 1952
7. Jerger J: Modern Developments in Audiology, Academic Press, New York, 1963
8. Lane H Benn D: A Laboratory Manual for the Control and Analysis of Behaviour, Wadsworth Publishing Company, Belmont 1965
9. Nunnally (Jr) J C: Introduction to Psychological Measurement, McGraw-Hill, New York, 1970
10. Reichard W: Subjective and Objective Measurement of the Loudness Level of Single and Repeated Impulses. J A S A Vol 47 No. 6 (Part 2) 1970 p 1557-1562
11. Reichard W, Niese H: Choice of Sound Duration and Silent Intervals for Test and Comparison Signals in the Subjective Measurement of Loudness Level. J A S A Vol 47 No. 4 (Part 2) 1970 ; 1083-1090
12. Stevens S S: The Measurement of Loudness, Journal of the Acoustical Society of America, Volume 27 No. 5, 1955
13. Stevens S S, Davis H: Hearing, its Psychology, John Wiley & Sons, London 1938.
14. Stevens S S, Poulton E C: Journal of Experimental Psychology Vol 51, No. 1 1956 p 71-78
15. Tiffin J, McCormack E J: Industrial Psychology, George Allen & Unwin Ltd, London 1968
16. Preliminary Report on Round Robin Test on Evaluation of Loudness of Impulsive Noise, Stydy Group B under ISO/TC/43/SC1, July 1971
17. ISO R131: Expression of the physical and subjective magnitudes of sound or noise
18. ISO R532: Method for calculating loudness level
19. ISO R454: Relation between sound pressure levels of narrow bands of noise in a diffuse field and in a frontally-incident free field for equal loudness
20. ISO R507,1760: Procedure for describing aircraft noise around an airport
21. ISO R266: Preferred frequencies for acoustical measurements.
22. IEC 123: Recommendations for sound level meters
23. IEC 179: Precision sound level meters
24. IEC 363: IEC provisional reference coupler for the calibration of earphones used in audiometry

Round Robin Test on measurements and calculation
of the magnitude of Auditory Sensation

I am interested in participation in the Test

☐

I am interested in further information on the Test

☐

I will be prepared to make a contribution for the tapes,
if required

☐

Remarks:

Name:

Address:

.....

.....

To be returned before 15 June 1972 to:

Mr G V Meij
Head: Electronics & Acoustics
S A Bureau of Standards
Private Bag X191
PRETORIA
Republic of South Africa

BYLAAG 5
EXPERIMENTAL PROCEDURES

for

INTERNATIONAL ROUND ROBIN TEST ON MEASUREMENTS
AND CALCULATIONS ON THE MAGNITUDE OF AUDITORY
SENSATION OF SOUNDS

1. INTRODUCTION

In this experiment an attempt will be made to assess which of the Internationally proposed procedures for the assessment of sound or noise may be best applied to assess the human response to the same sound stimuli in relation to the magnitude of auditory sensation experienced by the exposee to the particular sound stimulus.

The concept of MAGNITUDE OF AUDITORY SENSATION implies the ability of the human being to perceive and discriminate between sounds of different magnitude - this, and only this -. We may term this concept "pure loudness". In this respect reference may be made to Stevens and Davis (4p 110).

The purpose of this experiment is only concerned with the perception of the sound signals and not with reactionary components concerning sentiments. With judgements we presuppose that a correct answer exists i.e. we know beforehand what is right and what is wrong. To judge is to perceive a stimulus and compare it with another stimulus. The word sentiments however is used to cover all the reactions concerning personal reactions, preferences, interests, attitudes and likes and dislikes. This implies a reaction upon perceiving and evaluation i.e. we first have to perceive something before we

can react to it (2p 162). The first term is applicable to magnitude of auditory sensation, in which we are interested for this experiment, the latter is applicable to the annoyance caused by the noise and general negative reaction.

In trying to determine the magnitude of auditory sensation, it is therefore necessary to try to eliminate or isolate sentimental values as far as possible.

The most difficult task of this investigation will be to obtain objective data from a large number of subjects, under controlled conditions of minimal sentimental influence (2p 162).

The term "loudness" or "magnitude of auditory sensation" must not be confused with "Noisiness" or "general negative reaction" because the latter deals with problems related to sentimental values (or human reactions).

The objective therefore of this experiment is to evaluate the various objective assessment procedures, e.g. the procedures that have been standardized by ISO i.e. ISO R131, ISO R532, ISO R454, A weighting curve, IEC 123, 179, PNdB, ISO R507, ISO R1760, D weighting curve etc., for the determination of magnitude of auditory sensation.

- 1.1 Defining the required controlled conditions. A pilot study was carried out in South Africa to determine the influences that various experimental procedures and conditions may have on the experiment and how these influences could be minimized.

From the available literature on the different psychophysical methods it was concluded that the method of constant stimuli was best suited for the purpose of the pilot study, as well as for the main Round Robin experiment. (lp 118).

Should any participant, however choose to repeat the tests using another psychophysical procedure, e.g. method of adjustment, they are welcome to repeat the measurements by using this procedure, and submit details of the procedure and the results for processing.

The following psychophysical biases are considered for their influence on the experiment:

- 1.1.1 Psychological stress. The stress factor is to be found in the introduction of features which may arouse anxiety or produce other emotional disturbances.

This may be induced by the test situation or the subject may bring some of these factors into the laboratory. In this respect it is important to note the following factors that might affect the investigation i.e. startle producing stimuli (see 5.2.3.1 on the switching characteristics of the sound signals), distractions, criticism, time pressure in the performance of the task, failure or threat of failure, forced participation and

interpersonal conflicts involving observers and the test subjects. Although the pilot study seems to indicate that a limited amount of negative motivation or Psychological stress do not materially influence the test results, the instructions to the test observers given in 5.2 are designed to minimize these effects.

1.1.2 Duration of the experiments. For experiments which last

for a considerable time an element of fatigue may have an influence on the results. The tests are therefore, all but for the test for the effect of variability, designed to last approximately 25 to 35 minutes. This duration should not introduce an appreciable effect of fatigue (5p 534).

1.1.3 Time order effect. When two equal stimuli are

presented in sequence they are perceived to be different. For auditory stimuli the delay between the two stimuli affects the magnitude of perception of the second stimulus. During the pilot study an investigation was made with a silent interval between the stimuli of one second (3p 1083). From provisional analyses of the results of the pilot study it appears as if this effect is not completely removed. Extending the silent interval may introduce other less desirable effects, such as lapse of memory. The time order effect will however be constant

throughout the tests, and may therefore be ignored.

- 1.1.4 Time of Day. Differences in alertness may effect the ability of the human being in making judgements.

The alertness of the test subject may vary throughout the day. This effect was investigated during the pilot study, and was proven to be irrelevant.

- 1.1.5 Cultural background. The cultural differences can only be investigated from the results of the International Round Robin experiment. Careful attention will be given to differences in the results from different countries to determine the magnitude of this effect.

- 1.1.6 Physical conditions. Because of the possibility of a negative motivational effect of uncomfortable conditions in which the tests are conducted, careful attention must be given to environmental conditions such as adequate ventilation, not too high illumination values, the visual appearance of the surfaces of the test cubicle in the field of vision of the test subject. In the latter case it was found during the pilot study that the perforations in the acoustic treatment of the wall of the test cubicle may have a hypnotic effect on some test subjects. The chair in which the test subject sits must be comfortable, without the possibility of inducing drowsiness.

1.1.7 Semantics. The choice of words in the instructions to test subjects is of utmost importance. For this reason it is suggested that the test instructions be presented to the test subject in the form of typewritten sheets, so that the voice intonation of the observer does not influence the interpretation of the instructions. The instructions to the test observer given in 5.2.3.3 takes account of this aspect.

1.1.8 Feedback. Communication of information to the test subject by the observer is of the utmost importance, to prevent the test subject experiencing a feeling of isolation. The feedback should be as clear and specific as possible, and should also be given without undue delay. (5p 276). The information to test observers cover this point. (See 5.2.1).

2. SCOPE

The tests cover the determination of the acoustical levels of different test signals which, when judged by a large number of test subjects, elicit the same magnitude of auditory sensation as a reference signal of known composition and amplitude.

An attempt will also be made to compare the objectively assessed values of the same sounds, when assessed by internationally used measuring and calculation techniques, with the assessed values as obtained from the psychophysical techniques used in the experiment.

3. DEFINITIONS

For the purposes of the experiment the following definitions shall apply:

Attenuation. The difference in the sound pressure levels, of the reference signal and the sound signal at any presentation.

Attenuator Setting. That reading on the attenuator when the signal is presented. (N.B. A larger attenuator setting implies a lower sound pressure level.)

Equal Loudness Attenuator Setting (ELAS). That final attenuator setting which represents the equal loudness attenuation.

Equal Loudness Attenuation. (ELA) That attenuation, when the sound signal is judged to have the same magnitude of auditory sensation as the reference signal.

Loudness. The magnitude of Auditory Sensation.

Laboratory. That Institution in which the tests are conducted.

Observer. (Experimenter or Tester) The person who conducts the experiment.

Participant. That person or organization who have registered for participation in the experiment. (The Observer and the Participant, may or may not be the same person.)

Preliminary Equal Loudness Attenuator Setting (PELAS). That setting on the attenuator which represents an approximate equal loudness attenuation.

Reference Signal. A One-third-octave band of random sound centered on 1 000 Hz. (This signal is recorded on the second track of all the magnetic test tapes.)

Sound Signal(s). The signal(s) of which the magnitude is adjusted to elicit a human objective assessment of equal magnitude of auditory sensation to that of the reference signal. (These signals are recorded on the first track of the magnetic test tapes).

Standard Attenuator Setting (SAS). That setting of the attenuator which results in a sound pressure level of 75 dB (re 20 μ Pa) at the head of the test subject, (with the test subject removed).

Test Subject. (Testee) The person selected to participate in the tests and who judges the sound signals for the purpose of assessing the relative magnitudes of auditory sensation.

4. TEST EQUIPMENT

4.1 Test Cubicle. A cubicle in which the A weighted sound level caused by the background noise in the absence of the test signal, with the ventilation system in operation, does not exceed 40 dBA.

The test cubicle shall have acoustic treatment to make it essentially sound absorbent. It is recommended that the surface of the test cubicle which is in the field of vision of the test subject does not contain a regular pattern, which may induce a hypnotic affect, or drowsiness. In these cases the hanging of a curtain in front of the acoustic treatment on the wall may assist in minimizing this effect.

The loudspeaker(s) shall be so positioned that the test subject is facing the loudspeakers, and that the head of the test subject is essentially on the axes of the loudspeakers in the system at a distance of not less than 1 m in front of the loudspeaker.

It is recommended that it should be possible to observe the face of the test subject either by means of closed circuit television or by means of a one way window. It is not advised that the test subject should be able to see the observer or any other object or activity which may distract the attention.

An intercommunication system must be provided which will enable the test subject to talk to the observer without having to operate any controls. The observer must be able to communicate with the test subject by operating a "talk/listen" control.

The chair in which the test subject is seated shall be comfortable, without inducing drowsiness. It shall be as acoustically absorbent as possible. It shall be equipped with a head clamp or support that will not act as an acoustic reflector for the sounds to be observed. The test cubicle shall have maximum possible acoustic absorption behind the test subject.

NOTE: The test may be performed in a full free field environment, and, if the characteristics are accurately

known, by means of earphones, although the use of earphones are not preferred.

- 4.2 Tape recorder. A good quality, two channel (stereophonic) tape recorder, having a replay characteristic the inverse of the CCIR specified recording characteristic, and a replay speed of 95 mm/s. The cross talk on replay between the two channels shall have a ratio in excess of 50 dB.

- 4.3 Attenuator. A calibrated attenuator, with an attenuation range in excess of 40 dB and calibrated in steps of 1 dB

NOTE: Care shall be taken in the matching of the input and output of the attenuator into the equipment chain by means of buffer amplifiers or by means of other procedures. It is recommended to include in the channel into which the attenuator is connected an amplifier to make up the loss of the attenuator, and of which the gain may be adjusted to compensate for any other discrepancies between the two transmission channels.

- 4.4 Amplifier(s). A high quality stereophonic amplifier, or two similar monophonic amplifiers, which contains means for correcting for any deficiencies in the frequency response of the loudspeaker(s), and with means for the individual adjustment of the sensitivity of the inputs to the two channels. The output of the

power amplifier shall preferably be fed to one loudspeaker, with the amplifier switched to MONO mode. It is possible to use two similar loudspeakers, which are mounted immediately adjacent to one another, in which case the amplifier may be operated in the stereo mode. The latter mounting of the loudspeakers also applies when two monophonic amplifiers are used.

It is recommended that a high cut off filter be included in each of the two channels which are set for cut-off above 8 000 Hz. This will reduce interference from hiss and noise emanating from the tape recording.

NOTE: If headphones are used, the amplifier(s) shall be matched to the characteristics of the headphones.

- 4.5 Loudspeaker(s). A high-quality loudspeaker(s) of which the electro acoustic characteristics are accurately known, and are such that they may be compensated for by means of adjustment on the amplifier to satisfy the requirements of the performance of the total equipment set-up (see 4.7).

The loudspeaker(s) shall preferably be of compact design to facilitate easy fitting into the test cubicle. If two loudspeakers are used it is particularly important that the spatial separation between the axes of the loudspeakers shall be as small as possible when they are fitted in the test cubicle.

- 4.6 Sound measuring equipment. Sound pressure level

measuring equipment which complies with the requirements laid down in IEC Publication 179 having facilities for doing at least an octave band, but preferably a one third octave band analysis at the centre frequencies laid down in ISO R226.

- 4.7 Total equipment chain. The total equipment chain shall be connected as indicated in either Figure 1(a) or Figure 1(b).

The total equipment chain shall have the following overall characteristics:

- 4.7.1 Frequency response. The acoustical frequency response of the channel reproducing the sound signals shall be within ± 3 dB of the value at 1 000 Hz over the frequency range 125 Hz to 8 000 Hz. Compliance with this requirement is checked by means of the calibration tape (see 5.1).

- 4.7.2 Output. The maximum sound pressure level which can be produced by the loudspeaker(s) when driven by the equipment connected to it shall be in excess of 105 dB re 20 μ Pa over the frequency range 125 Hz to 8 000 Hz.

- 4.7.3 Distortion. At the output sound pressure level specified above, the total harmonic distortion introduced by the equipment shall not exceed 10%.

NOTE: If the equipment is not capable of reaching the above specified output sound pressure levels at the distortion figures quoted, the tests at the high

sound pressure levels may be omitted from the experiment.

- 4.7.4 Signal-to-noise ratio. For tests conducted at reference signal levels of 55 dB and 75 dB the background sound level in the test cubicle, with all the equipment switched on, the tape recorder running, without tape, and the ventilation equipment in operation, shall preferably not exceed 40 dBA. For tests conducted at a reference signal level of 95 dB, where applicable, this background sound level should, preferably not exceed 50 dBA.

When the tape is running through the tape recorder, the background noise level should be measured during a silent interval between signals, when the attenuator is set at the equal loudness attenuator setting for that sound signal. This background sound level, expressed in dBA, should be reported with the test results.

NOTE: If earphones are used, the same electro-acoustical requirements for the entire equipment must be met, when the acoustical measurements are made on a coupler in accordance with IEC 303.

NOTE: Fully automatic or computerized equipment may be used providing that the total equipment characteristics comply with the requirements set out above.

5. TEST PROCEDURE

5.1 Calibration. A calibration tape will be supplied with the following signals recorded:

On track 2

a) Wide band random sound of a distribution which will result in a constant rms output voltage per one third octave band, when analyzed at the output of a tape recorder having, as playback characteristic, the inverse of the recording characteristic of the recorder on which the recordings will be made. This recording characteristic will essentially comply with CCIR requirements. The frequency range over which the above requirements will be met range from 125 Hz to 8 000 Hz. The amplitude between the different one third octave bands will not differ by more than 1 dB when measured with a meter having the response similar to the "slow" response specified for sound level meters in IEC Publication 179.

b) The following pure tones:

500 Hz, 1 000 Hz, 1 250 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz and 8 000 Hz.

All the pure tone signals will be recorded to result in a constant (to within 1 dB) rms playback voltage from the tape recorder with replay characteristics as described above.

On track 1

A one third octave band of random sound at an amplitude which corresponds (to within 1 dB) to the level of the wide band recording described under (a) above, centered at a frequency of 1 000 Hz.

5.1.1 Tape recorder head alignment. Use for this purpose, pure tone signals 4 000 Hz, and 8 000 Hz on the calibration tape. Starting with the lowest frequency, set the alignment of the heads on the tape recorder for maximum output and minimum noise on every pure tone signal.

5.1.2 Test equipment calibration.

5.1.2.1 Clean the heads of the tape recorder carefully by means of a cotton bud dipped in a recommended cleaning fluid.

5.1.2.2 Run the entire calibration tape. While the tape is running, clean the entire tape with cotton wool and cleaning fluid that will not attack the base material of the tape.

5.1.2.3 Set up a sound level meter in the test cubicle with the microphone at the position of the head of the test subject (with the test subject removed).

NOTE: The sound level meter indication must be visible outside the test cubicle, with the door closed, so that readings may be taken without any person inside the test cubicle.

5.1.2.4 Set the attenuator to an arbitrary setting which will allow adjustment of at least 15 dB above and below this setting.

5.1.2.5 Run the calibration tape at a speed of 95 mm/s through the recorder. The reference signal consisting of a one third octave sound signal centered on 1 000 Hz will first appear on Track 1 and it will last for a period of 1 minute.

While the reference signal is being played back, adjust the sensitivity of the channel 1 of the equipment to result in a sound pressure level of 75 dB (re 20 μ Pa), in the test cubicle. The volume of this channel must at this stage be fixed. (For tests at a reference of 55 dB and 95 dB the appropriate levels shall be set).

After the calibration signal (duration of 1 minute), a silent interval of 20 seconds will follow.

The wide band sound signal will now appear on Track 2 of the tape. This signal will last for a total duration of 5 minutes.

While this wide band signal is being played back, adjust the sensitivity of, the channel 2 of the equipment to give a reading of 75 dB (re 20 μ Pa) on the sound level meter, while leaving the attenuator setting untouched.

With the wide band signal still being played back, do a one third octave band (or a one octave band) analysis of the wide band signal as reproduced in the test cubicle. If the response does not comply with the requirements for frequency response set out in 4.7.1, make the necessary adjustments by means of equalization on the amplifier equipment (tone controls will normally be sufficient) until the requirements of 4.7.1 are met. Now check the level of the wide band signal again with the sound level meter set to LINEAR.

Note the attenuator setting as the standard attenuator setting (SAS) for the wide band signal. After the wide band signal have been played for a period of 5 minutes, another silent interval will follow of 20 seconds duration, whereafter the pure tone signals will follow on Track 2 of the tape, each with a duration of 1 minute separated by 20 second silent intervals.

For each pure tone signal, check that the sound pressure level in the test cubicle corresponds to 75 ± 1 dB (re 20 μ Pa). If this is not the case, do not change any setting on the equipment, but note down the deviation from the reference level and include the deviation in the report.

- 5.1.2.6 The calibration with the wide band signal for level only is repeated before and after every

test session.

After completion of the entire experiment, the whole calibration procedure is repeated.

The readings obtained on the wide band as well as the pure tone signals during the initial calibration, and the calibration after the test series has been completed should be stated in the report.

NOTE: All sound level readings shall be made with the sound level meter set to "SLOW" response.

5.2 Instructions to Observers.

5.2.1 General. Contrary to general opinion, you yourself, and not the test subject, constitutes the most important influence on the results of this international research. Psychological factors play an important role in research wherever human test subjects are involved. Before and during the experiment you will psychologically influence the test subjects to a large extent.

In this experiment it is attempted to keep the psychological influences as constant as possible. Even the instructions to the test subject are compiled in such a manner that the human ear will be regarded as a physical measuring instrument. The uncontrollability of your psychological influence necessitates limitation through your co-operation. Your attitude and behaviour will determine whether the test subjects will adopt the correct attitude

throughout the experiment. Toward being of assistance in this difficult task a few general hints are offered.

a) Feedback. Experience gained during the pilot study has revealed that a constant need for feedback is required while test subjects are participating in an experiment. Feedback should 'be as immediate and specific as possible'. It should be cautioned that excessive feedback may cause boredom. Thus, your discretion and intermittent reaction is required e.g. 'you are doing well' or 'keep on like this'.

During the Preliminary Equal Loudness Attenuator setting determination, it is even permissible to include a statement of 'This was correct'.

Subjects should never be criticized on their reaction since tension may result.

b) Motivation. Negative motivation of test subjects should be avoided at all cost. In this context your own state of mind will be an important factor. Fatigue on your part is to be expected during the experiment. It is essential that the test subject shall not be aware of any tiredness or tension that you may suffer, since your attitudes are easily projected upon test subjects.

To ensure optimal results test subjects should be under the constant awareness of the importance of their co-operation.

5.2.2 Selection of Test Subjects

a) Age. All test subjects must be within the age group of 18 to 26 years.

b) Sex. It is recommended that equal numbers of both sexes should be selected as test subjects.

c) Psychological factors. Persons who exhibit obvious personality disturbances such as nervousness or tension should not be used for the tests.

Close attention should be given to signs of Claustrophobia during tests in test cubicles. Any sign of undue tension or restlessness while the tests are conducted should be noted, and these test subjects should preferably be excluded from the tests.

Claustrophobic inclinations can be effectively minimized by adequate ventilation in the test cubicle as well as by the knowledge on the part of the test subject that he is in continuous communication with the Observer. For the latter reason it is important that the intercommunication system should be such that the test subject is in continuous communication with the Observer, and that the Observer must operate a switch only when communication from the Observer to the test subject is required.

d) Hearing level. The test subjects shall display no signs of hearing deficiencies. Audiogrammatic tests shall be conducted upon selection of the test subjects and again after the experiment is completed.

When the hearing level of the test subjects are measured on an Audiometer which complies with IEC Publication 178 and which is calibrated in accordance with ISO R389, the hearing loss for the frequencies 125 Hz and 250 Hz shall not exceed 15 dB and for the frequencies 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz and 8 000 Hz the hearing loss shall not exceed 10 dB.

e) Test subject attitude. All the test subjects shall be volunteers. Care shall be taken that no element of stress is included in the selection of the test subjects by forced participation or even payment for participation.

f) Numbers of test subjects. A total of 16 tests have to be carried out. Because it may be expected that a test subject may suffer from fatigue, boredom or loss of interest, it is recommended that one test subject does not participate in more than four of the tests. It is realized that this may not be possible due to the limited number of available test subjects.

It is however desirable that 20 test results for every sound signal be obtained. It is therefore recommended that where possible 80 test subjects should be

available, who will be divided into four groups of 20 test subjects each. Each subject will then do four tests.

It must be remembered that a certain amount of drop out must be expected, and it may therefore be anticipated that the optimum of one test subject not participating in more than four tests will not easily be realizable and can only be given as a desirable goal.

If a total number of 20 test results per sound signal cannot be reached, this must not be considered as a disqualification from the experiment. All the test results obtained must be submitted, because they all contribute to the validity of the investigation.

5.2.3 Experimental Procedure.

5.2.3.1 Test Sound Signals. The test tapes are prepared in the following manner.

On Track 1 of the tape the reference signal is recorded.

On Track 2 of the tape the sound signal is recorded.

The signals are recorded in the following time sequence.

Track 1		Track 2	
Reference signal,	1 s	Silence,	1 s
Silence	, 1 s	Silence,	1 s
Silence	, 1 s	Sound signal,	1 s
Silence	, 1 s	Silence,	1 s

The above constitutes one cycle of 4 s duration.

Each tape contains the reference signal and only three sound signals.

In the recording of the various test signals care is taken to eliminate any switching transients. The build-up and decay times of the signals are given in Figure 2.

The initial portion of each tape contains 15 cycles of the first sound signal (1 min).

Thereafter a break of 1 cycle, lasting 4 s, then 15 cycles of the second sound signal (1 min), a break of 1 cycle (4 s) and then 15 cycles of the third test signal (1 min).

This portion of the test tape is used for the determination of the Preliminary Equal Loudness Attenuator Setting. (See 5.2.3.4.(d)).

After the section used for the determination of the PELAS follows a break of 1 cycle (4 s).

The second section of the tape contains the sequence of signals used for the main experiment which consists of a series of 7 cycles of every sound signal (28 s), with a break of 1 cycle (4 s) between each series of 7 cycles and before the 7 cycles of the following sound signal is commenced. The order in which the sound signals follow one another is carefully randomized. The

random order for every test tape is different (see Appendix B). A total of 54 presentations of 7 cycles each are required for the main experiment. Thus the recordings for the main experiment lasts for a total of 28 min 48 s .

The above described recording procedure applies to tapes No. 1 to 9. For tape No. 10 the following applies:

Each cycle is compiled as follows:

Track 1	Track 2
Reference signal, 1 s	Silence , 1 s
Silence , 1 s	Silence , 1 s
Silence , 3 s	Sound signal , 3 s
Silence , 1 s	Silence , 1 s

Thus each cycle lasts 6 s .

The sequence on the tape is therefore;

PELAS

9 cycles (54 s) of the first sound signal, followed by

1 cycle (6 s) break, followed by

9 cycles (54 s) of the second sound signal, followed by

1 cycle (6 s) break, followed by

9 cycles (54 s) of the third sound signal, followed by

1 cycle (6 s) break.

ELAS

6 cycles of the one sound signal (36 s), followed by
1 cycle (6 s) break, followed by
54 repetitions of the sound signals in
random order.

Thus the main experiment recording lasts for 37 min
48 s .

The tapes will be marked in the silent intervals to
give an indication of what the next signal is.

The marking is done by means of colour splicing tape,
with the following colour coding.

Sound Signal 1	white
Sound Signal 2	red
Sound Signal 3	yellow

The sound signals presented at the tests consist of
the following:

a) Symbolic Identification:

1/3 0 = One third octave band random sound.

1/1 0 = One octave band random sound.

Tone = A pure tone signal.

dB(ref) = The sound pressure level re 20 μ Pa of the
reference signal.

(15 db),

(25 dB) = The difference in level between the wide
band signal and the superimposed pure tone,
in the complex signal compositions.

- HHH = A wide band random sound signal of which the amplitude does not vary by more than 1 dB over the frequency range 125 Hz to 8 000 Hz. (See Figure 3).
- LLH = A wide band random sound signal of which the amplitude increases with frequency. (See Figure 4).
- HLL = A wide band random sound signal in which the amplitude decreases with frequency. (See Figure 5).
- HLH = A wide band random sound signal in which the energy is concentrated in the lower and upper part of the frequency spectrum. (See Figure 6).
- LHL = A wide band random sound signal in which the energy is concentrated in the centre of the frequency spectrum. (See Figure 7).
- exp HHH = A wide band random sound signal of the Type HHH of which the amplitude increases exponentially over a time period of 1 s . Thereafter the amplitude remains constant to within 1 dB for a period of approximately 1 s whereafter the amplitude is reduced exponentially over a period of 1 s . (See Figure 8).
- lin HHH = A wide band random sound signal of the

Type HHH of which the amplitude increases linearly over a period of 0,8 s, whereafter it remains constant to within 1 dB for a period of approximately 1 s whereafter the amplitude is reduced linearly over a period of 0,8 s .

(See Figure 9).

var HHH = A wide band random sound signal of the

Type HHH of which the amplitude varies randomly over a range of 4 to 6 dB for the total period of 3 s . (See Figure 10).

b) Sound signal identification.

Test No.	Tape No.	Sound Signal No.	Signal Identification	
1	1	1.1	500 Hz 1/3 0	75 dB(ref) (Fig. 11)
		1.2	2 000 Hz 1/3 0	75 dB(ref) (Fig. 12)
		1.3	4 000 Hz 1/3 0	75 dB(ref) (Fig. 13)
2	2	2.1	125 Hz 1/1 0	75 dB(ref) (Fig. 14)
		2.2	2 000 Hz 1/1 0	75 dB(ref) (Fig. 15)
		2.3	8 000 Hz 1/1 0	75 dB(ref) (Fig. 16)
3	3	3.1	HHH	75 dB(ref) (Fig. 3)
		3.2	LLH	75 dB(ref) (Fig. 4)
		3.3	LHL	75 dB(ref) (Fig. 7)
4	4	4.1	HLL	75 dB(ref) (Fig. 5)
		4.2	HLH	75 dB(ref) (Fig. 6)
		4.3	1 000 Hz Tone	75 dB(ref)
5	5	5.1	125, 1 000, 4 000 Hz	
			1/3 0	75 dB(ref) (Fig. 17)

Test No.	Tape No.	Sound Signal No.	Signal Identification
		5.2	400, 800, 2 000 Hz 1/3 0 75 dB(ref) (Fig. 18)
		5.3	250, 630, 1 600, 3 150 Hz 1/3 0 75 dB(ref) (Fig. 19)
6	6	6.1	HHH + 500 Hz Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 20)
		6.2	HHH + 2 000 Hz Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 21)
		6.2	HHH + 4 000 Hz Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 22)
7	7	7.1	HHH + 500 Hz Tone (25dB) 75 dB(ref) (Fig. 23)
		7.2	HHH + 2 000 Hz Tone (25dB) 75 dB(ref) (Fig. 24)
		7.3	HHH + 4 000 Hz Tone (25db) 75 dB(ref) (Fig. 25)
8	8	8.1	HHH + 500 + 2 000 Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 26)
		8.2	HHH + 500 + 4 000 Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 27)
		8.3	HHH + 2 000 + 4 000 Tone (15dB) 75 dB(ref) (Fig. 28)
9	9	9.1	HHH + 500 + 2 000 Tone (25dB) 75 dB(ref) (Fig. 29)
		9.2	HHH + 500 + 4 000 Tone (25dB) 75 dB(ref) (Fig. 30)
		9.3	HHH + 500 + 1 250 Tone (25dB) 75 dB(ref) (Fig. 31)
10	10	10.1	exp HHH 75 dB(ref) (Fig. 8)
		10.2	lin HHH 75 dB(ref) (Fig. 9)
		10.3	var HHH 75 dB(ref) (Fig. 10)

Test No.	Tape No.	Sound Signal No.	Signal Identification	
11	1	1.1	500 Hz 1/3 0	55 dB(ref)
		1.2	2 000 Hz 1/3 0	55 dB(ref)
		1.3	4 000 Hz 1/3 0	55 dB(ref)
12	5	5.1	125, 1 000, 4 000 Hz	
			1/3 0	55 dB(ref)
		5.2	400, 800, 2 000 Hz	
			1/3 0	55 dB(ref)
		5.3	250, 630, 1 600, 3 150 Hz	
			1/3 0	55 dB(ref)
13	6	6.1	HHH + 500 Hz Tone (15dB)	55 dB(ref)
		6.2	HHH + 2 000 Hz Tone (15dB)	55 dB(ref)
		6.3	HHH + 4 000 Hz Tone (15dB)	55 dB(ref)
14	1	1.1	500 Hz 1/3 0	95 dB(ref)
		1.2	2 000 Hz 1/3 0	95 dB(ref)
		1.3	4 000 Hz 1/3 0	95 dB(ref)
15	5	5.1	125, 1 000, 4 000 Hz	
			1/3 0	95 dB(ref)
		5.2	400, 800, 2 000 Hz	
			1/3 0	95 dB(ref)
		5.3	250, 630, 1 600, 3 150 Hz	
			1/3 0	95 dB(ref)

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa) 30

Test No.	Tape No.	Sound Signal No.	Signal Identification
16	6	6.1	HHH + 500 Hz Tone (15dB) 95 dB(ref)
		6.2	HHH + 2 000 Hz Tone (15dB) 95 dB(ref)
		6.3	HHH + 4 000 Hz Tone (15dB) 95 dB(ref)

NOTE: The selection of the test signal combinations has been motivated as follows:

Tests 1, 2, 11, 14, 15, and 16 are designed to study the frequency response of the hearing mechanism.

Tests 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 are designed to assess the different levels of masking and intermasking of sounds. The various signals were selected using the specific loudness concept as defined by Zwicker. Test 10 is designed to study the possible effect of variability on the magnitude of auditory sensation.

NOTE: The order in which the sound signals follow one another will be included in a record which will accompany each tape.

5.2.3.2 Sequence of Tests. In order to counteract an effect of frustration as well as to obtain a truly randomization of the test results, it is not desirable that all the different laboratories carry out the tests in the same order. Appendix C provides the random order in which the tests have to be conducted. Appendix D contains a list of names of participants with the appropriate code letter

assigned to the various participants. It is therefore requested that the tests be conducted in the order in which they are given for each participant.

5.2.3.3 Test Subject Instruction.

General. At the commencement of the test the test subject must be put at ease. Let him settle comfortably in the chair in the test cubicle, with his head resting against the head rest. Careful explanation of why it is important for him to keep his head essentially in the same position, and that he should not lean forward, is essential. It should also be explained that the test subject should only to speak if he wants to attract the attention of the Observer.

In order to eliminate the differences in meaning that may be given to spoken words, the basic instructions should be given to the test subjects on a typewritten or printed sheet.

These written instructions should be translated with great care into the mother tongue of the test subject. Great care must be taken in the translation not to change the meaning. It may be suggested that the translated version be translated back into English by an independent

translator, and that the original and the translated English versions be compared for discrepancies. The translation into the mother tongue of the test subject must in any case be included in the final report.

The test subject must carefully read the test instructions, and thereafter immediately complete the attached questionnaire to determine his precise knowledge of what is expected of him. Whenever a mistake is noticed by the observer, the test subject must be helped to rectify his interpretation.

It is not advisable to repeat the test instructions prior to each test, since boredom will result.

Before each test session it is however essential to ensure that the test subject is still sure of the test procedure. If there is the slightest doubt the test subject must be requested to re-read the test instructions.

Test Instructions to the Test Subject.

Introduction. The extremely complex human ear has never been simulated by instruments. The only method whereby anything can be learnt of this complex sensory organ is through the human ability to discriminate.

Your part in this experiment forms part of international research in which it will be determined

how effective the human being can determine differences between sounds.

To this end it is of the utmost importance that you approach the following experiment as OBJECTIVELY as possible.

In this context OBJECTIVENESS implies that for the duration of each experiment you will regard your hearing as a MEASURING INSTRUMENT.

To indicate differences in sound intensity your hearing must be used in a similar manner as you would use a tape measure to determine differences in distance. Thus:

We want you to tell us if one sound stimulates or excites your hearing more than another.

Please do not interpret sounds as e.g. "this sounds better than the previous one" as this will influence your accuracy.

By closing your eyes during a test session, you will find that you can concentrate better, and therefore you may be able to discriminate better between small variations in sound intensity.

REMEMBER, your hearing is for the duration of the experiment, a measuring instrument which cannot make emotional decisions.

Read the following instructions carefully and then complete the questionnaire. Discuss any

uncertainty with your observer before commencement of the experiment.

Experimental procedure.

Three sounds, differing in intensity, must be compared to a REFERENCE SOUND of constant intensity. First you will hear the reference sound and after a short interval of silence, a sound that you will have to compare with it.

As soon as you are sure, you must tell your observer whether the sound that you have compared is LOUDER or SOFTER than the reference sound. Always give a definite answer. A reply of "EQUALLY LOUD" should not be given. If you are not sure, listen again until you can make a definite decision.

A preliminary experiment takes place first to familiarize you with the three sounds that you have to compare. The procedure is explained by the following steps:

- 1) You hear the sound called the reference sound;
- 2) a silent period follows;
- 3) you hear the first sound that you have to compare;
- 4) steps 1, 2 and 3 are repeated until;
- 5) you are sure of your judgement and say "louder" or "softer";

- 6) your instructor makes an adjustment, and as soon as you are sure again, you repeat "louder" or "softer"; and
- 7) the procedure is repeated a number of times for sound number 1.

Precisely the same procedure is followed for Sounds 2 and 3 which you compare with the reference sound.

This completes the preliminary experiment and the main experiment follows.

The reference sound remains constant for the main experiment, but the order of the three sounds that you have to compare, occurs randomly.

First, you will hear the reference sound, then after a silent period, the sound that you have to compare. The presentation is repeated a number of times. As soon as you are sure, you must say whether the sound that you compare is LOUDER or SOFTER than the reference sound. Then follows the second presentation. The procedure is precisely the same as that of the first presentation. The procedure remains the same for the remainder of the experiment, and each time in correspondence with Steps 1 to 7 of the preliminary experiment.

If there is anything you do not understand, please ask before the experiment commences.

When you have read these instructions and you are sure you understand everything will you please complete the attached questionnaire and hand it to your observer.

QUESTIONNAIRE

DELETE THE WORDS NOT APPLICABLE

- 1) In order to be objective during the experiment it is necessary that you regard your hearing as a SUBJECTIVE/OBJECTIVE measuring instrument.
- 2) During the experiment you will only try to distinguish differences in SOUND INTENSITY/DISTORTION.
- 3) The reference sound CHANGES/REMAINS CONSTANT during the preliminary experiment.
- 4) Three different sounds are compared SEPARATELY/SIMULTANEOUSLY with the reference sound.
- 5) The reference sound always occurs AFTER/BEFORE the sound that you have to compare.
- 6) The procedure relating to the different sounds that are compared with the reference sound, VARIES/STAYS CONSTANT.
- 7) The reference sound VARIES/STAYS CONSTANT in the main experiment.
- 8) You must always try to give a DEFINITE/APPROXIMATE answer on comparisons.
- 9) In the main experiment the three sounds, separately compared with the reference sound, are arranged IN ORDER/RANDOMLY.
- 10) You will be able to concentrate better with OPEN/CLOSED eyes.

5.2.3.4 Operational Procedure.

a) General. It is recommended that for every test a form be completed. For convenience an example is included (Appendix B).

b) Calibration and Determination of Standard Attenuation(SAS). Perform the calibration of the entire equipment in accordance with the procedure described in 5.1.2 and note the standard attenuation on the test sheet.

c) Instruction of the test subject. Instruct the test subject as described in 5.2.3.3.

d) Determination of the PELAS. Set up the appropriate tape in the tape recorder and spool to the first sound signal colour identification. Set the attenuator to 15 dB less attenuation than the standard attenuator setting. The subject should give a "louder" response if the tape is played. If a "softer" response is given the attenuator setting must be reduced by a further 5 dB. During a silent interval, set the attenuator to 15 dB more attenuation than the standard attenuator setting. Wait for the test subject to respond with "softer". During a silent interval set the attenuator to 10 dB less than SAS. Thereafter to 10 dB more than SAS.

Continue this bracketing technique, using smaller steps as the PELAS value is approached.

As soon as the closest range between the attenuator settings for which a consistent "louder" and a consistent "softer" response is obtained, these two attenuator settings are noted and an attenuator setting value is calculated as the nearest integer value of the arithmetic mean of these two values. This latter value is the PELAS for the relevant sound signal.

The PELAS value is entered on the test sheet.

The procedure is repeated for the other two sound signals.

e) Preparation of the test sheet for the

Main Experiment. Enter the attenuator setting values next to the attenuator code letters A to F for the sound Signal 1, G to L for the sound Signal.2 and M to R for the sound Signal 3 using the following procedure;

Sound Signal 1.

Add 1 dB to the PELAS value and designate this value with the code letter D.

Add 2 dB to this latter value and designate the new value with the letter E.

Determine the value for F using the same procedure.

Subtract 1 dB from the PELAS value and designate this value with the code letter C.

Subtract 2 dB from this latter value and so determine the new value as the designate for the Code letter B.

Using the same technique determine the value for the code letter A.

Determine the appropriate values for sound Signals 2 and 3.

f) Determination of the ELAS. Present the test signals to the test subject in the order in which they occur on the test tape for the main experiment. Care must be exercised that the sequence given on the sequence sheet which will accompany each tape is carefully followed. It is recommended to have a copy of the sequence sheet available for every test, and to mark on it which tests have been completed.

In every interval between sound signal presentations, the attenuator is set for the appropriate code letter displayed on the sequence sheet which corresponds to the next presentation number and sound signal code.

As soon as the test subject responds, enter a mark in the appropriate block on the test sheet opposite the appropriate attenuator code letter.

"Softer" responses may be entered with an O, whilst "Louder" responses may be entered with an X.

Stop the tape as soon as a response from the test subject is obtained. If the test subject has listened to all seven cycles of a sound signal presentation without being able to come to a conclusion, stop the tape before the next sound signal is presented, spool the tape back and, represent the sound signal until a response is obtained.

When the test subject has responded, spool on to the next sound signal, taking care not to miss the code marking on the test tape. Set the appropriate attenuator setting, and repeat the procedure outlined above.

Present all 54 presentations in the above described manner.

Enter, for every test signal, in the attenuation range column the lowest value of the attenuator setting for which a response of "softer" have been recorded three times. This is the lower limit.

Enter, for every test signal, in the attenuation range column, the highest value of the attenuator setting for which a response of "louder" have been recorded three times. This is the upper limit.

Determine the arithmetic mean of these two values, and enter this value as the ELAS for the appropriate test signal on the test sheet.

The inconsistency is the difference between upper and lower limits.

g) Determination of the ELA. Subtract, from the ELAS value for every sound signal the value of the standard attenuator setting to obtain the value for the Equal Loudness Attenuation.

h) After completion of the test, determine the standard attenuation once more as described in (b) above. Check that the two values for the SAS correspond to within 1 dB.

i) Add the standard attenuation (ELA) to the appropriate value (75 dB, 55 dB, or 95 dB respectively) of the reference sound pressure level, to obtain the Equal Loudness Level.

j) Let the test subject complete the "Test subject Questionnaire" (See Appendix A) after the last test of the series in which he would be participating.

k) Observers must complete the "Observer Questionnaire" to be sent later after completion of the investigation.

BIBLIOGRAPHY

- 1) Guilford J P : Psychometric Methods, McGraw-Hill,
New York, 1954.
- 2) Nunnally (Jr) J C : Introduction to Psychological Measurement,
McGraw-Hill, New York, 1970.
- 3) Reichard W, Niese H : Choice of Sound Duration and Silent
Intervals for Test and Comparison Signals in the Subjective
Measurement of Loudness Level. J A S A Vol 47 No. 4
(Part 2) 1970 ; 1083-1090.
- 4) Stevens S S, Davis H : Hearing, its Psychology, John Wiley &
Sons, London 1938.
- 5) Tiffin, J McCormick E J : Industrial Psychology, George Allen &
Unwin Ltd, London 1968.

BYLAAG 5(a)APPENDIX ATEST SUBJECT QUESTIONNAIRELABORATORY: TEST SUBJECT NO:INITIALS: SURNAME:AGE: SEX: Male Female
 ☐ ☐NUMBER OF TESTS COMPLETED: ☐

This questionnaire is compiled for the purpose of obtaining your opinion after participation in the tests. You are requested to answer the following questions as honestly and sincerely as possible. In some cases you may mark your answer in the appropriate box. In other cases you are requested to rate your opinion according to a rating scale.

Answers Marked 1, indicate very low judgements or influences, whereas answers Marked 9 indicate very high judgements or influences. The following example provides a basis for judgement indicating the subjective differences between the different numbers in this particular scale.

Question:

To what extent did you enjoy your last holiday?

Most unpleasant					Most pleasant				
1	2	3	4	5	6	7	8	X	

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4 44

Scale Values:

- 1 - Most unpleasant
- 2 - Extremely unpleasant
- 3 - Moderately unpleasant
- 4 - Mildly unpleasant
- 5 - Indifferent
- 6 - Mildly pleasant
- 7 - Moderately pleasant
- 8 - Extremely pleasant
- 9 - Most pleasant

This answer indicates that you have thoroughly enjoyed your last holiday.

You are furthermore requested to complete this questionnaire as quickly as possible. Always mark your first reaction to a particular question as this will generally be your honest and sincere answer.

1) How important do you consider this kind of research?

Totally unimportant					Essential				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

2) To what extent did you experience fatigue during test sessions?

Not at all					All the time				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

3) Do you find this kind of research interesting?

Not at all									Most interesting	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

4) To what extent did you feel at ease during test sessions?

Most uneasy									Most at ease	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

5) To what extent are you interested in participating in research of any kind?

Most uninterested									Most interested	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

6) How accurate do you think were your judgements of differences in sound signals?

Most inaccurate									Most accurate	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

7) Would you be willing in future to participate in similar research projects?

Most certainly not									Most certainly	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

8) Did you find the test sessions boring?

Not at all									Most	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		

9) Did you experience difficulty in distinguishing between sound signals?

I never
guessed

I always
guessed

1 2 3 4 5 6 7 8 9

10) Did you experience a feeling of reassurance whenever you received feedback from your test instructor?

Not at
all

Consistently

1 2 3 4 5 6 7 8 9

11) Did you try your best during test sessions?

Not at
all

Always

1 2 3 4 5 6 7 8 9

12) To what extent were your attention distracted during test sessions?

Not at
all

Consistently

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Please describe the source of distraction, if at all

.....
.....
.....
.....
.....

13) When do you prefer to be tested?

Morning

Midday

Evening

Any time

14) To what extent do you feel that you were forced to participate in the tests?

Not at
all

Complete
force

1 2 3 4 5 6 7 8 9

15) Did you experience feelings of tension during the tests?

Not at
all

Always

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Please describe why, if at all.

.....
.....
.....
.....

16) Did you find your tests interesting?

Not at
all

Most

1 2 3 4 5 6 7 8 9

17) Were you initially afraid of performing unsatisfactorily?

Not at
all

Most

1 2 3 4 5 6 7 8 9

18) To what extent were you bothered by the fact that you were being observed during test sessions?

Not at
all

Consistently

1 2 3 4 5 6 7 8 9

BYLAAG 5(b)

49 ISO/TC44/SC1/SCA(South Africa)4

APPENDIX B

TEST SHEET EXAMPLE

NAME John Smith SEX MSEQUENCE HTEST NO. 5TAPE NO. 2DATE 9-3-5-5-7TIME 14h00DAY Monday

	Sound signal 100 Hz	Sound signal 2 000 Hz	Sound signal 4 000 Hz
STANDARD ATTENUATOR SETTING (SAS) (START)	23	27	22
STANDARD ATTENUATOR SETTING (SAS) (END)	23	27	22
RELAS	27	25	29
ELAS	26	28	31
EQUAL LOUDNESS ATTENUATION (ELAS-SAS)	-3	-1	-9
EQUAL LOUDNESS LEVEL (70-ELA)	72	74	66

A	22	X	X	X	22	
B	24	X	X	0		
C	26	X	0	0		
RELAS	27	/	/	/	/	26
D	28	X	0	0		
E	30	0	0	0	30	
F	32	0	0	0		

G	20	X	X	X		
H	22	X	X	X	22	
I	24	X	0	X		
RELAS	25	/	/	/	/	25
J	26	0	X	0		
K	28	0	0	0	28	
L	30	0	0	0		

M	24	X	X	X		
N	26	X	X	X		
O	28	X	X	X	28	
RELAS	29	/	/	/	/	31
P	30	X	0	X		
Q	32	0	X	0		
R	34	0	0	0	34	

1	2	G	19			27		
1	1	F	20			28		
2	2	K	21			29		
3	3	R	22			30		
4	1	A	23			31		
5	2	L	24			32		
6	3	M	25			33		
7			26			34		
8			27			35		
9			28			36		
10			29			37		
11			30			38		
12			31			39		
13			32			40		
14			33			41		
15			34			42		
16			35			43		
17			36			44		
18			37			45		

ISO/TC43/SC1/SCA(South Africa)4

50

APPENDIX C
LABORATORY

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	10	8	12	11	9	15	4	10	12	1	6	5	6	2	7	5	14	14	3	13	16	10	10	11	4	8
2	11	6	6	5	3	1	5	6	7	15	8	13	4	1	2	6	12	2	11	8	7	8	2	15	3	4
3	9	15	8	2	10	13	10	2	5	7	4	4	13	11	12	10	7	10	6	1	10	12	16	1	16	15
4	3	2	13	14	4	7	8	12	8	5	15	7	8	5	6	4	5	16	2	5	15	11	3	10	5	14
5	2	11	16	10	14	14	14	7	15	10	14	1	3	14	15	12	3	3	9	14	11	9	7	13	2	9
6	1	13	14	15	12	12	6	5	14	11	9	15	14	10	10	7	1	15	13	16	13	15	1	5	11	2
7	14	16	11	3	1	10	7	3	13	16	2	9	5	3	3	3	2	9	7	2	6	4	14	4	8	16
8	13	9	5	16	11	2	11	8	9	14	16	8	9	7	14	11	11	13	10	9	4	1	8	7	1	5
9	6	4	15	7	8	11	1	14	16	3	5	12	7	15	13	15	8	11	15	10	5	6	12	8	14	12
10	8	12	9	1	6	5	15	9	10	9	12	16	2	13	11	8	10	5	1	6	14	5	11	3	13	6
11	7	14	10	13	16	3	3	4	1	2	13	3	15	9	5	14	4	7	14	7	8	2	9	2	15	13
12	4	7	1	9	7	16	9	16	11	12	11	2	11	4	1	9	6	8	8	15	3	7	15	14	7	11
13	12	5	4	4	13	9	16	13	3	8	10	10	12	12	4	1	9	4	12	4	2	14	4	12	9	10
14	5	1	7	12	15	4	2	15	6	6	1	6	10	16	16	13	13	6	5	12	1	3	6	16	6	1
15	16	10	2	8	5	8	13	1	4	4	7	14	16	8	8	2	16	12	4	11	12	13	5	9	10	7
16	15	3	3	6	2	6	12	11	2	13	3	11	1	6	9	16	15	1	16	3	9	16	13	6	12	3

BYLAAG 5(c)

TEST NO.

BYLAAG 5(d)

APPENDIX D

Code for
Sequence

Participating Laboratory

A

Ing A Ducko CSc
Katedra rádioelektroniky Elektrotechnickej fakulty
SVST
BRATISLAVA
Vazovova 1b
Czechoslovakia

B

Ing Ctirad Smetana CSc
Tesla-Výzkumný ústav pro sdělovací techniku
A S Popova
PRAHA 4 - BRANIK
Novodvorská 994
Czechoslovakia

C

Dr Radulov Stefan
Research Institute of Hygiene
BRATISLAVA U1
Čsl armády 40
Czechoslovakia

D

doc. Ing. Vera Chalupová CSc
CVUT Elektrotechnická fakulta
PRAHA 6-Dejvice
Suchbátarova 2
Czechoslovakia

E

Sveriges Standardiseringskommission
(Secretariat of ISO/TC 118)
Box 3295
S-103 66 STOCKHOLM 3
Sweden

F

Mr J H du Toit
C/o Chief Electrical Engineer SAR
SAR Laboratory Building
Harrison Street
JOHANNESBURG
Republic of South Africa

G

Mrs Lizet Muller
C/o Dept. of Speech Therapy
University of Pretoria
PRETORIA
Republic of South Africa

Code for Sequence	Participating Laboratory
H	Dr R Martin Physikalisch-Technische Bundesanstalt 33 BRAUNSCHWEIG Bundesallee 100 Germany
I	Cmdt C Roberts Military Medical Institute PO Voortrekkerhoogte Transvaal Republic of South Africa
J	Otoichi Kitamura Kyushu Institute of Design 226 Shiobaru Fukuoka-City Kyushu 815 JAPAN
K	Prof R P S Horn Engineering University of Durban-Westville Private Bag 4001 DURBAN Natal Republic of South Africa
L	Prof Dr Ing E Zwicker Institut für Elektroakustik Technische Universität München 8 MÜNCHEN 13 Franz-Jozef-Str 38 Germany
M	Prof H Myncke and A Cops Laboratorium voor Akoestiek en Warmtegeleiding Castelijnenlaan 200D 3030 HEVERLEE Belgium
N	Prof P Verhaegen Afdeling Industriële Psychologie en Ergonomie Tiensestraat 100-104 3000 LEUVEN Belgium

Code for
Sequence

Participating Laboratory

O	M J P Thiry UTAC Laboratoire-Autodrome de LINAS-MONTLHERY 91-MONTLHERY France
P	Dr P P Roets Head: Industrial Hygiene ISCOR P O Box 450 PRETORIA Republic of South Africa
Q	Mr J C de Beer Department of Industrial Engineering University of Pretoria Hillcrest PRETORIA Republic of South Africa
R	Prof C F Schoeman Department Industrial and Personnel Psychology PU vir CHO POTCHEFSTROOM Republic of South Africa
S	Wiss Rat Dr Judith Lang Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik A 1090 WIEN Währingerstrasse 59 Austria
T	Mr C G Rice Institute of Sound and Vibration Research The University SOUTHAMPTON England SO9 5NH
U	Mr A J Van Wyk Department of Industrial Psychology University of Stellenbosch STELLENBOSCH Republic of South Africa

Code for
Sequence

Participating Laboratory

V

Dr Charles W Nixon
6570 AMRL/BBA
WPAFB, Ohio
45433
USA

W

Mr R Kertes
Hungarian Office for Standardization
BUDAPEST 9 PF 24
Hungary

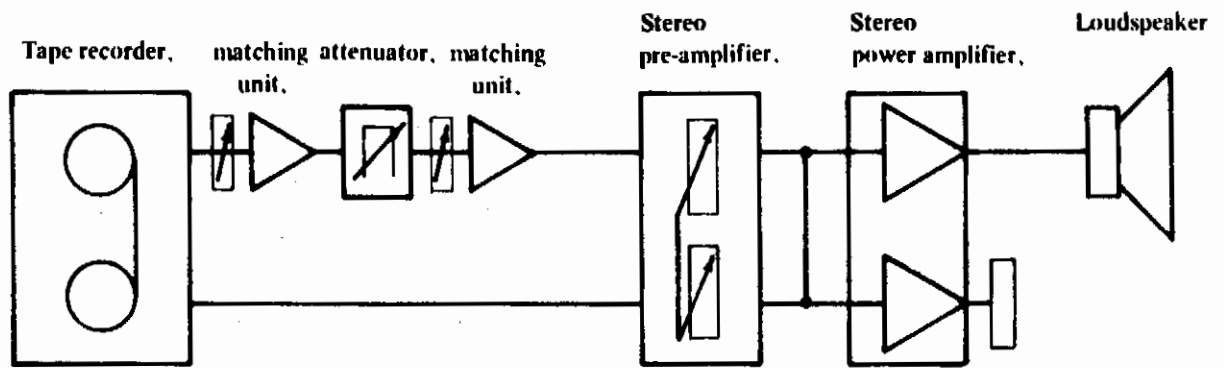


Figure 1 (a). Equipment set-up with stereo amplifier

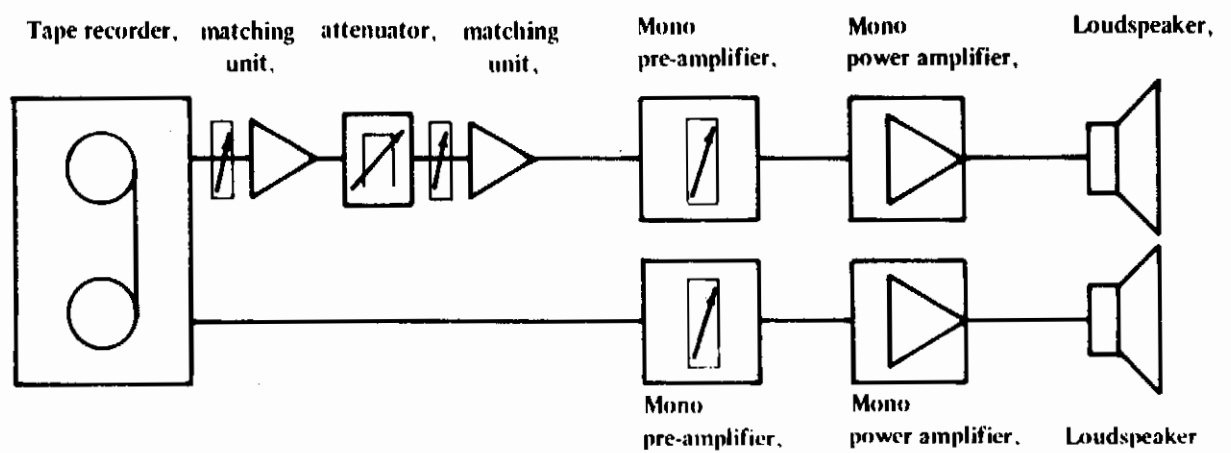


Figure 1 (b). Equipment set-up with mono amplifiers.

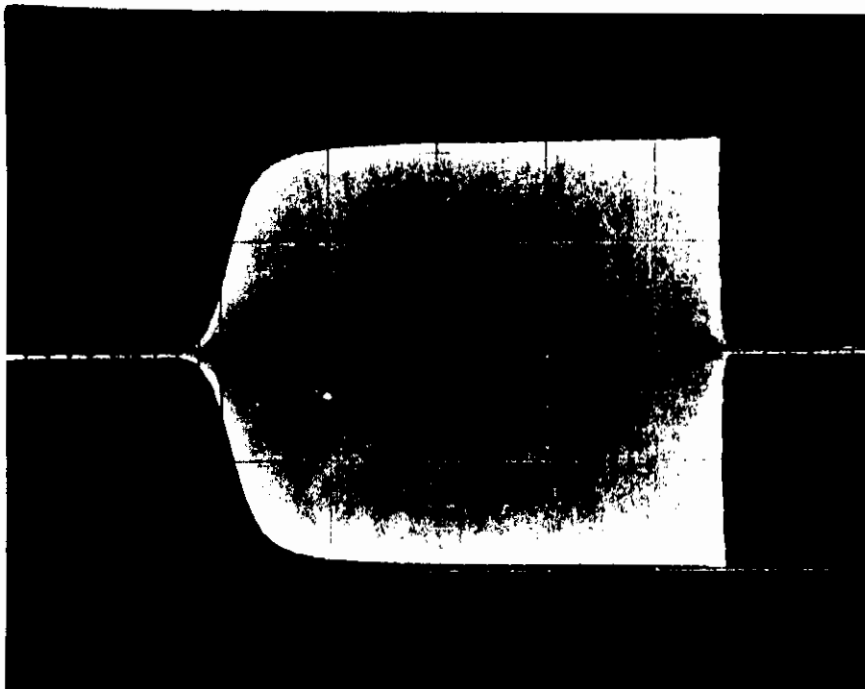


Figure 2(a). One signal burst showing build-up and decay of the signal Horizontal scale 0,2 s per division

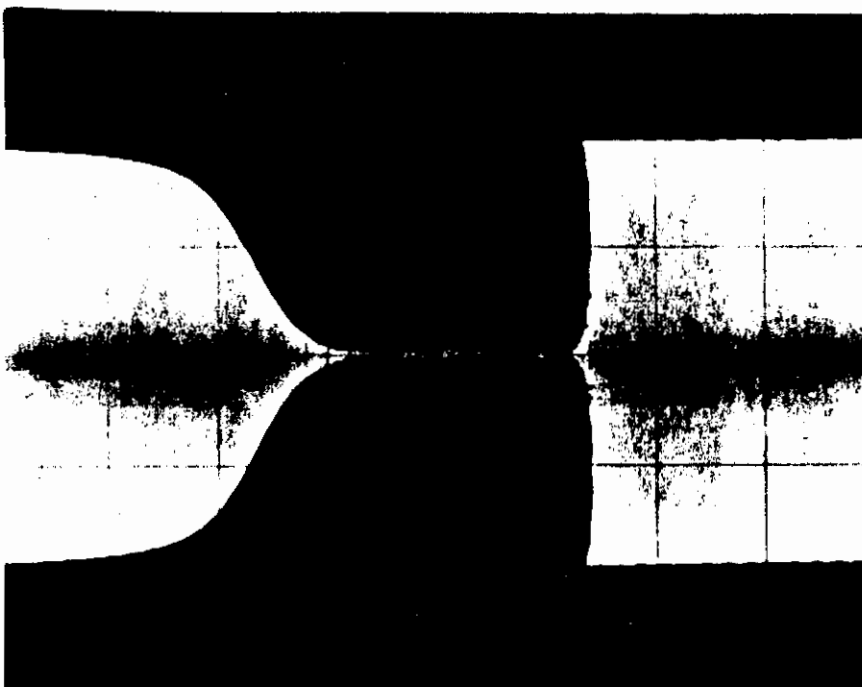


Figure 2(b). End of one signal burst and start of the next showing decay and build-up on an expanded scale of 0,1 s per division

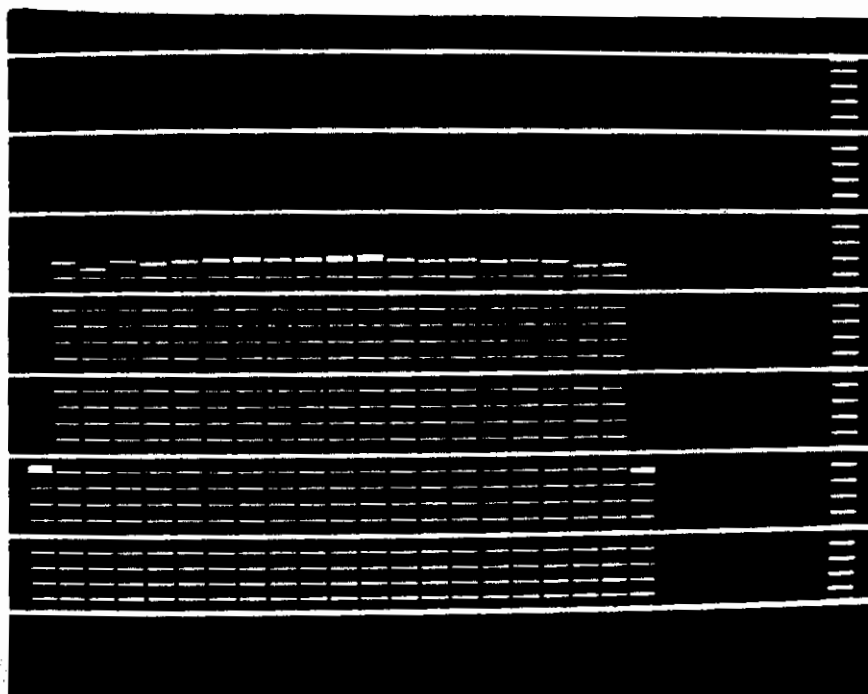


Figure 3. Frequency spectrum of signal HHH
(vertical scale 1 dB per division)

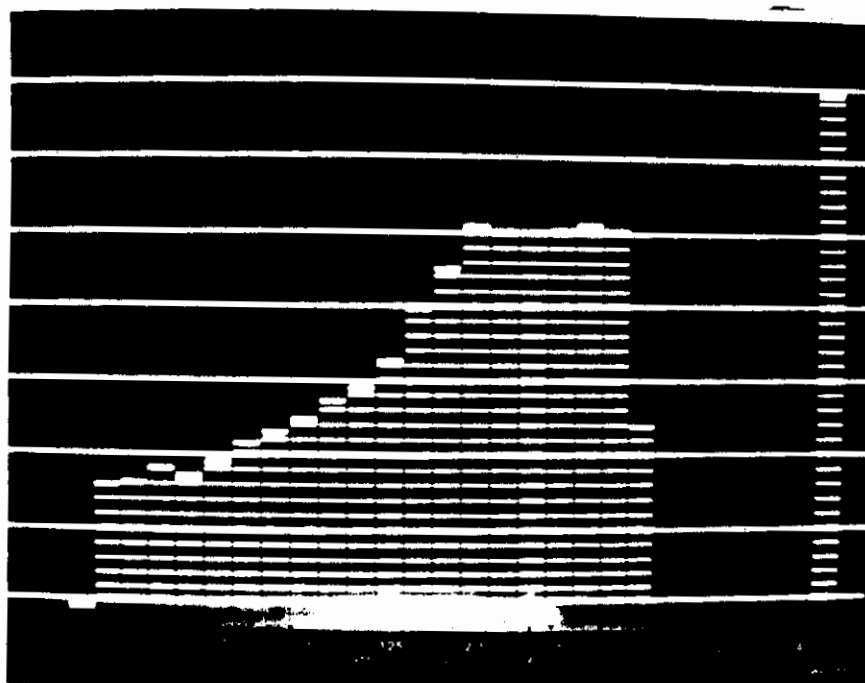


Figure 4. Frequency spectrum of signal LLH
(vertical scale 1 dB per division)

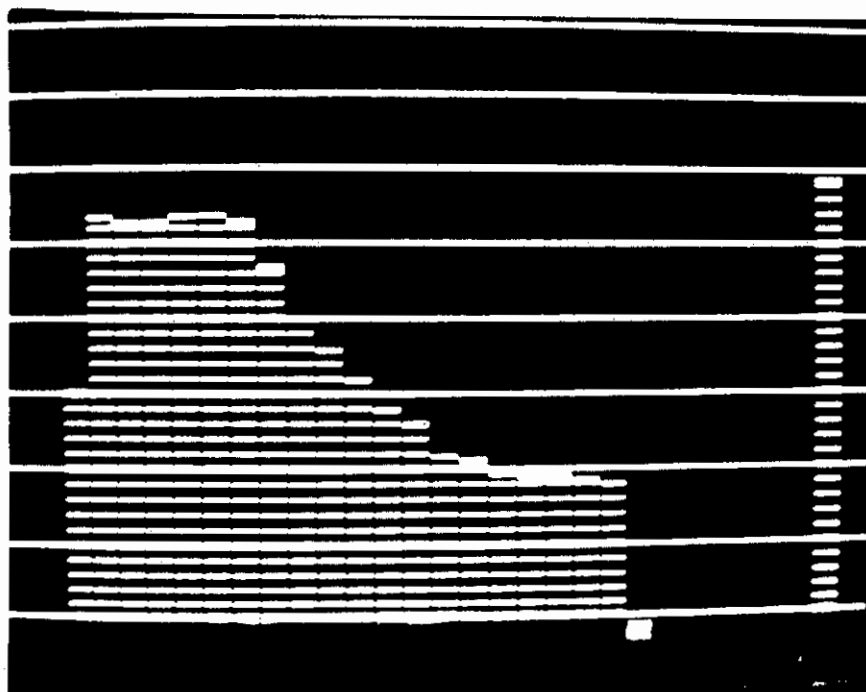


Figure 5. Frequency spectrum of signal HLL
(vertical scale 1 dB per division)

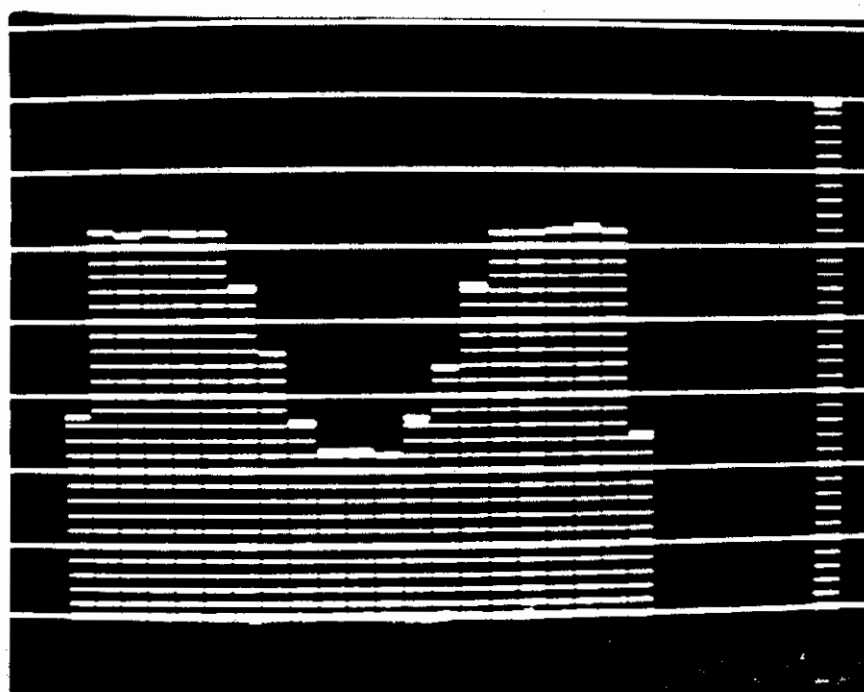


Figure 6. Frequency spectrum of signal LHL
(vertical scale 1 dB per division)

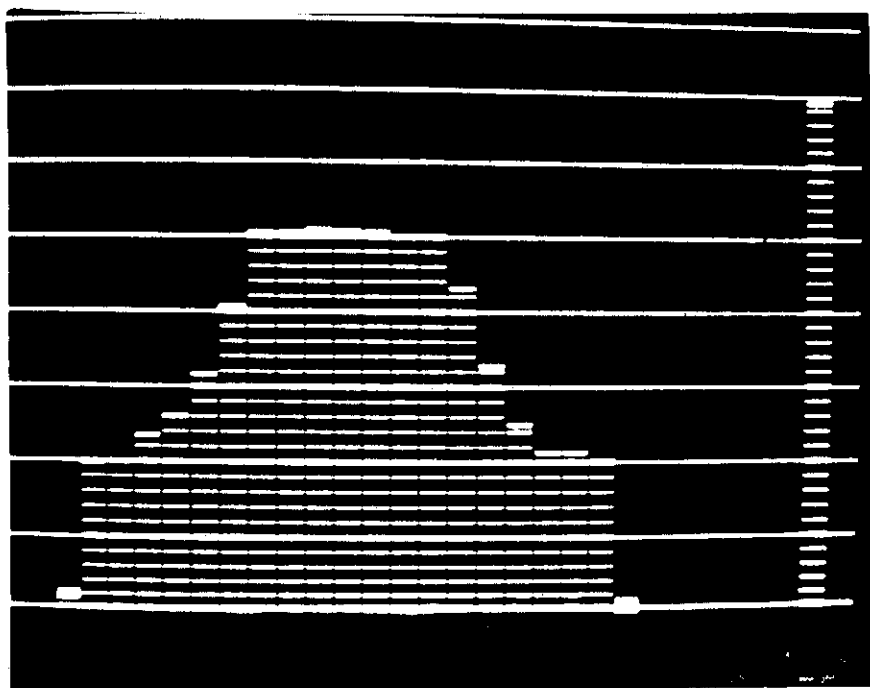


Figure 7. Frequency spectrum of signal LHL
(vertical scale 1 dB per division)

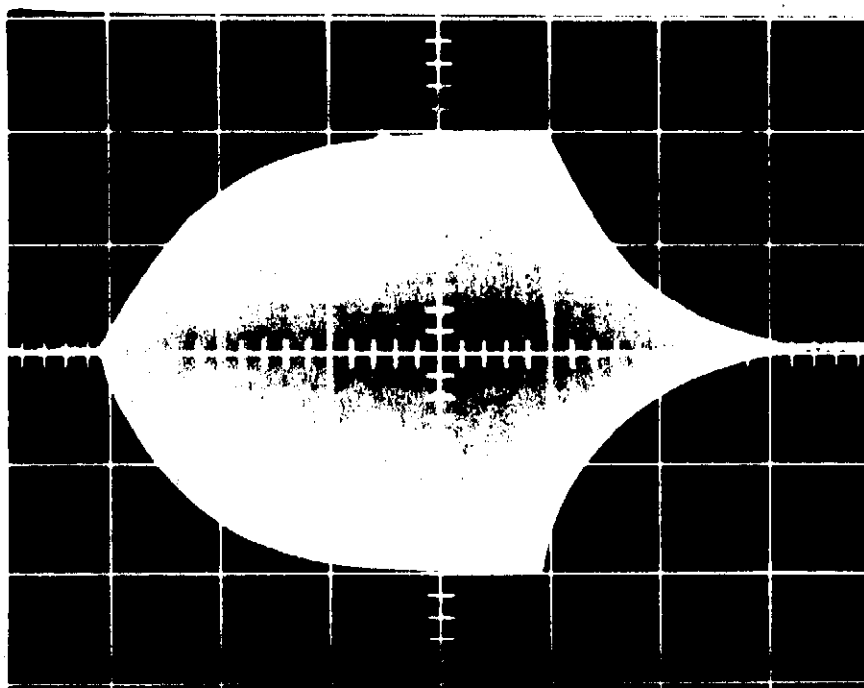


Figure 8. Exponential build-up and decay
of signal for variability test scale 0,5 s per division

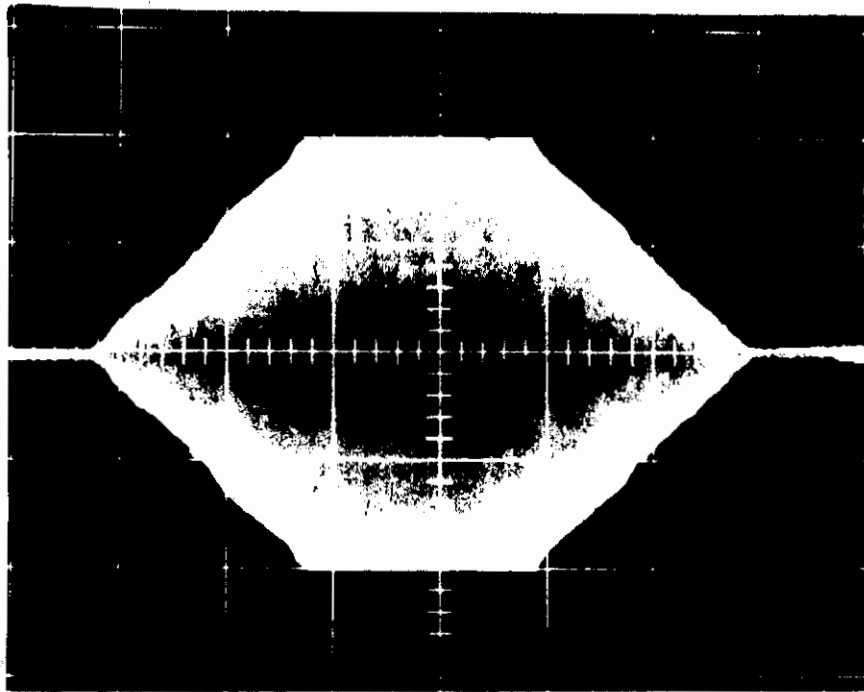


Figure 9. Linear build-up and decay of signal
for variability test scale 0,5 s per division

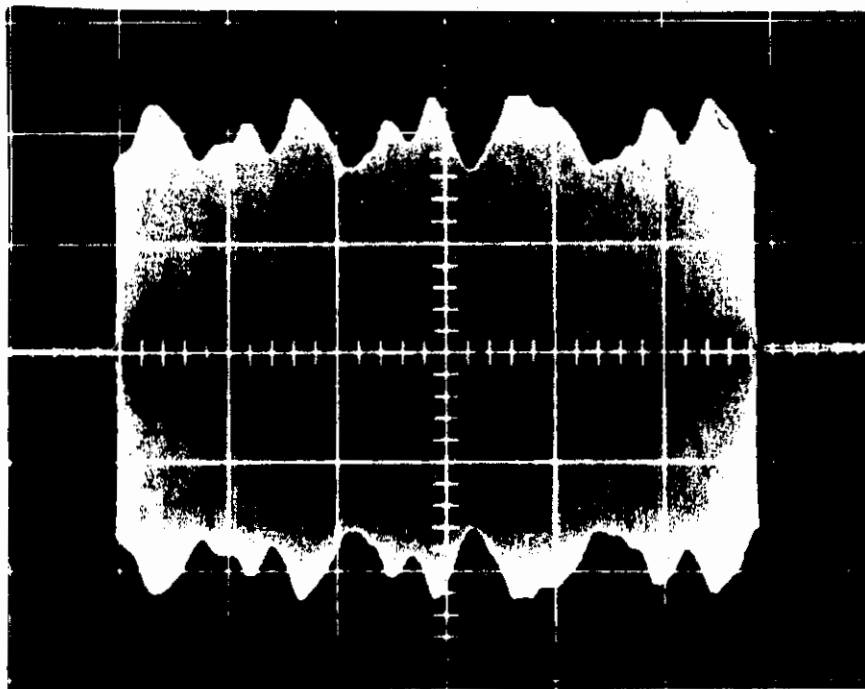


Figure 10. Signal with variable amplitude
for variability test scale 0,5 s per division

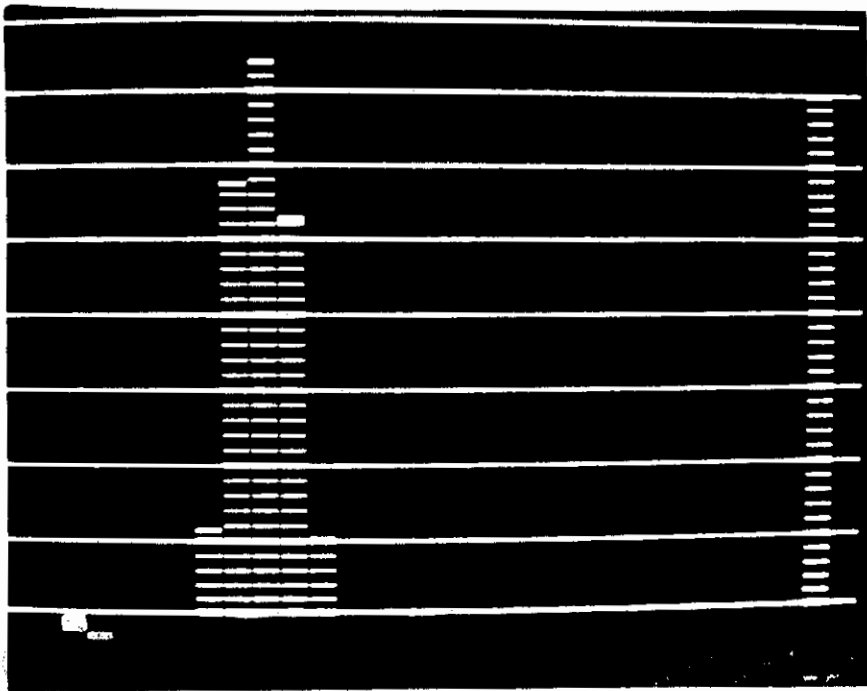


Figure 11. Frequency spectrum of 500 Hz
one third octave band signal (vertical
scale 1 dB per division)

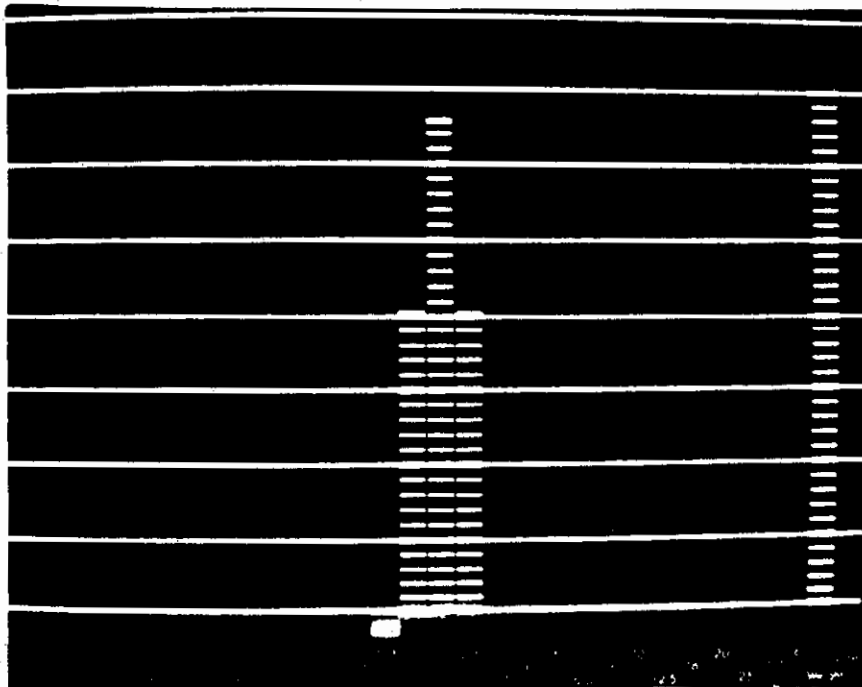


Figure 12. Frequency spectrum of 2 000 Hz
one third octave band signal (vertical
scale 1 dB per division)

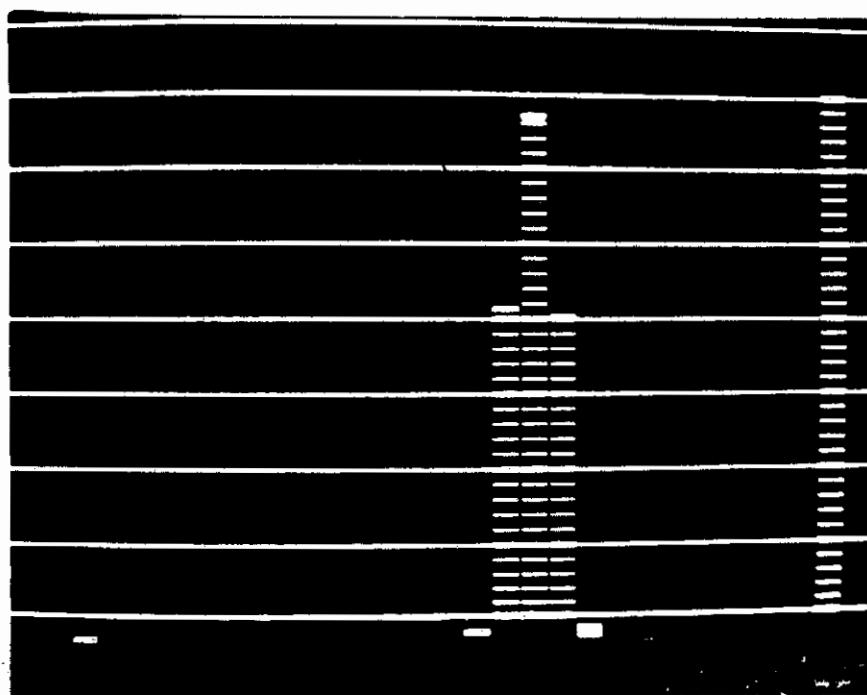


Figure 13. Frequency spectrum of 4 000 Hz
one third octave band signal (vertical
scale 1 dB per division)

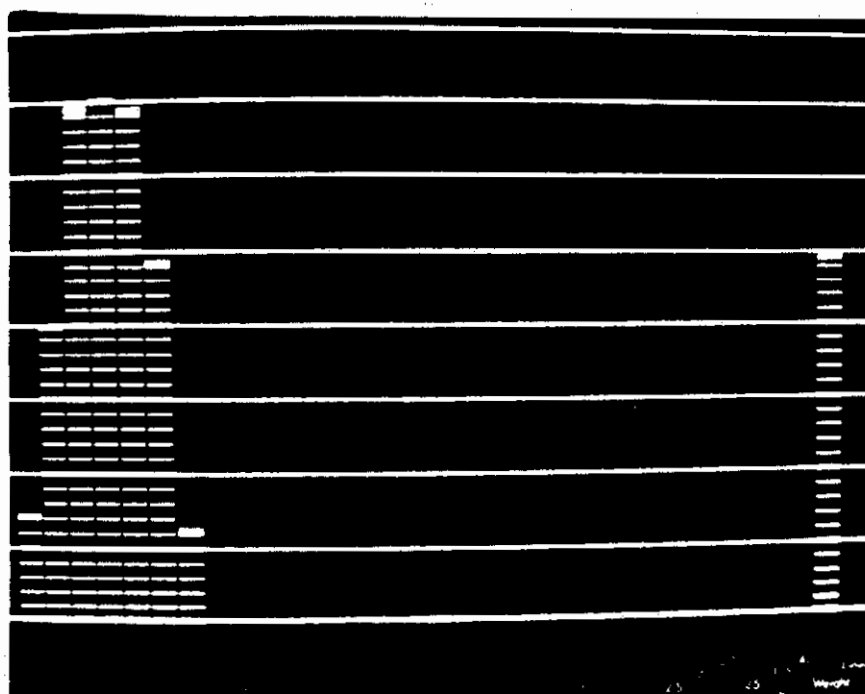


Figure 14. Frequency spectrum of 125 Hz
octave band signal
(10 dB attenuated, vertical scale 1 dB per division)

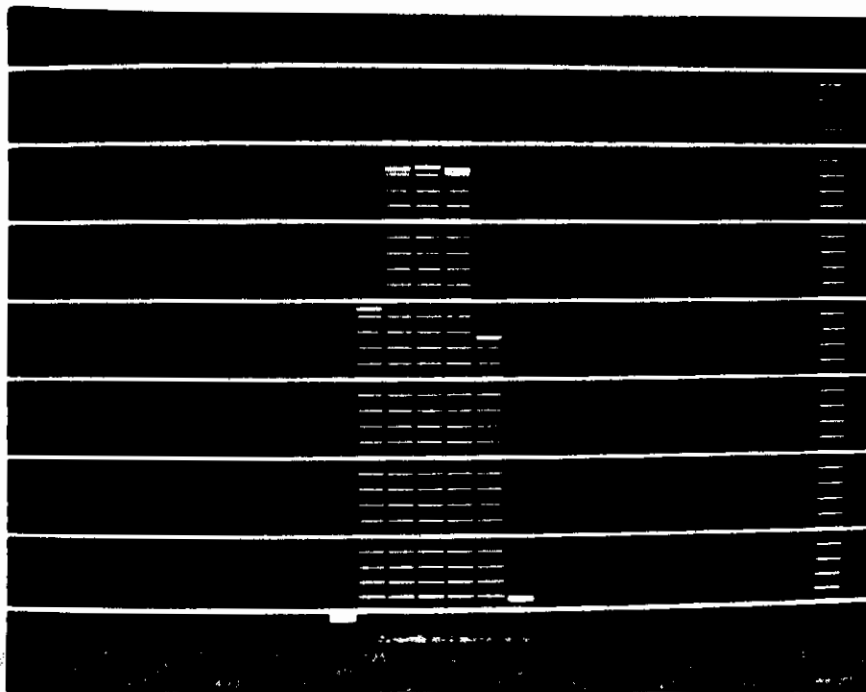


Figure 15. Frequency spectrum of 2 000 Hz octave band signal (vertical scale 1 dB per division)

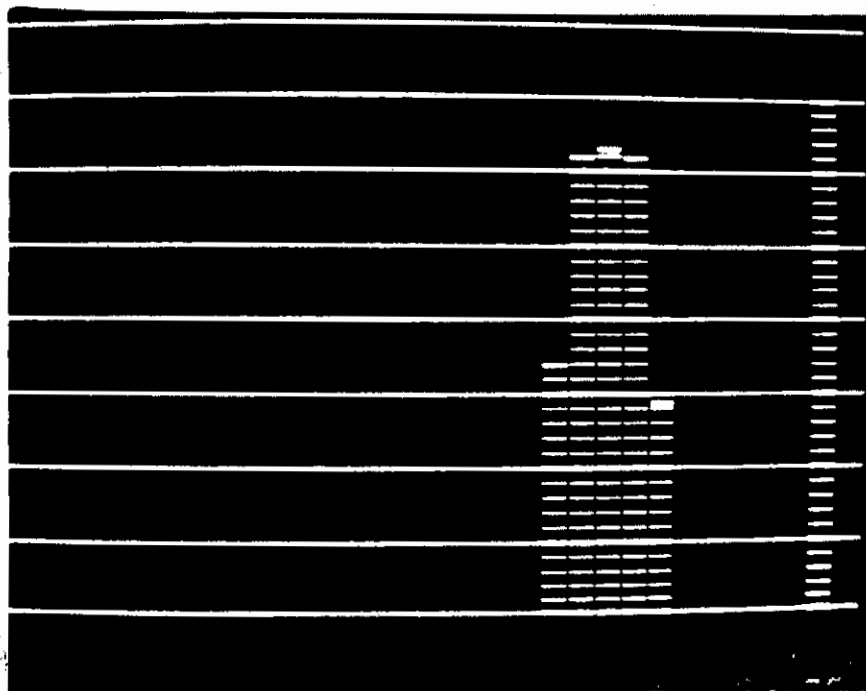


Figure 16. Frequency spectrum of 8 000 Hz octave band signal (vertical scale 1 dB per division)

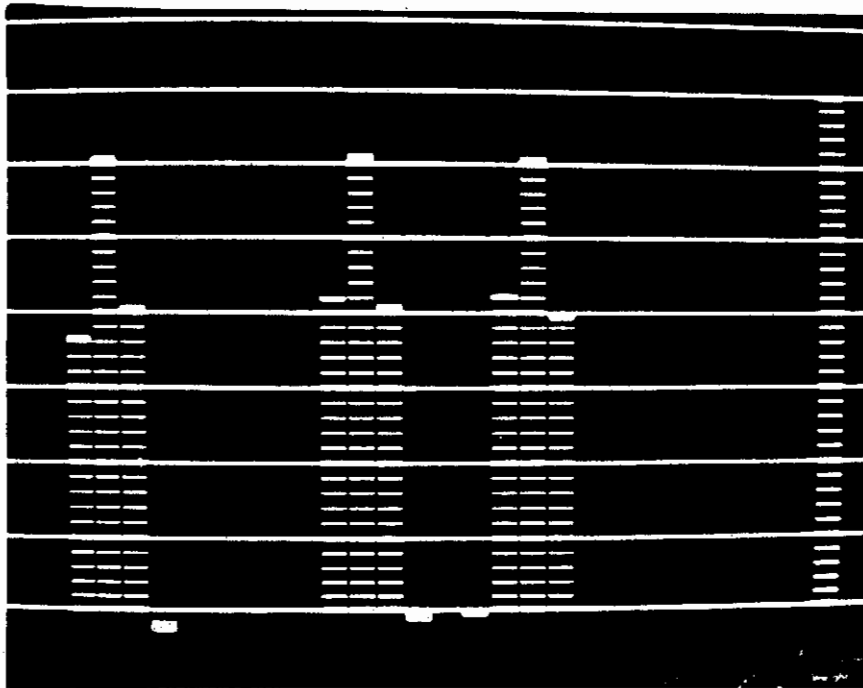


Figure 17. Frequency spectrum of 125 Hz, 1 000 Hz and 4 000 Hz one third octave band signal (vertical scale 1 dB per division)

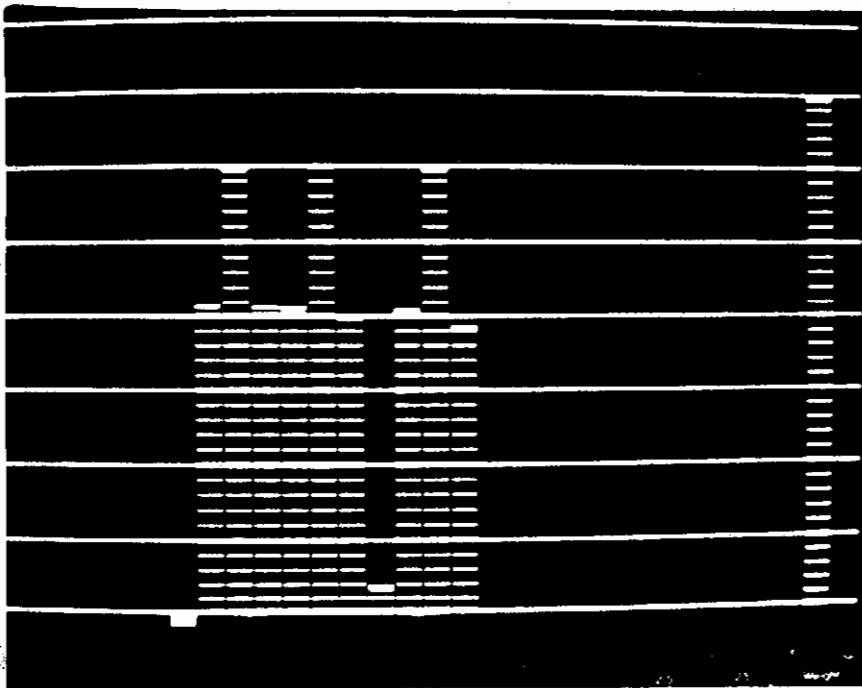


Figure 18. Frequency spectrum of 400 Hz, 800 Hz and 2 000 Hz one third octave band signal (vertical scale 1 dB per division)

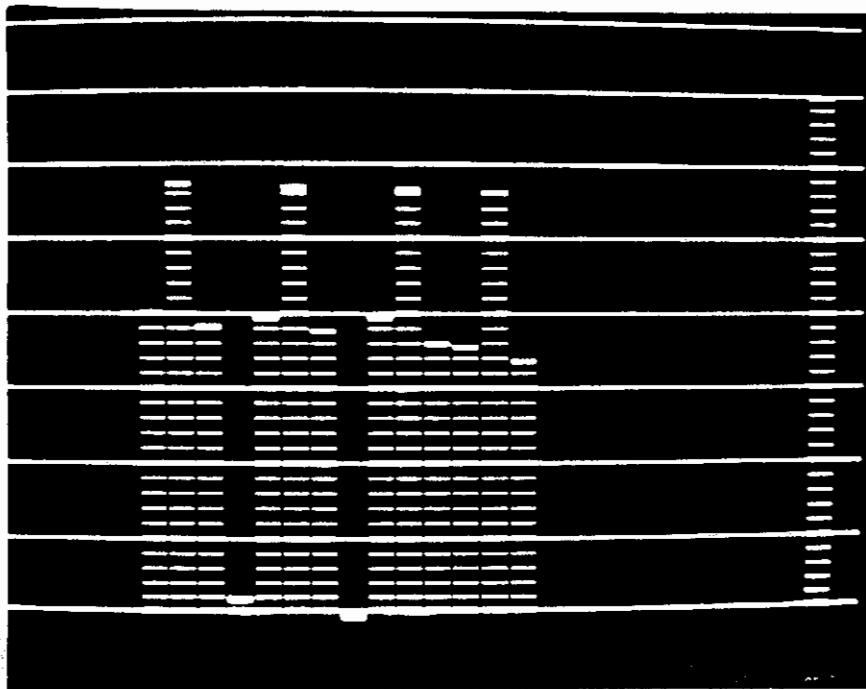


Figure 19. Frequency spectrum of 250 Hz, 630 Hz, 1 600 Hz and 3 150 Hz one third octave band signal (vertical scale 1 dB per division)

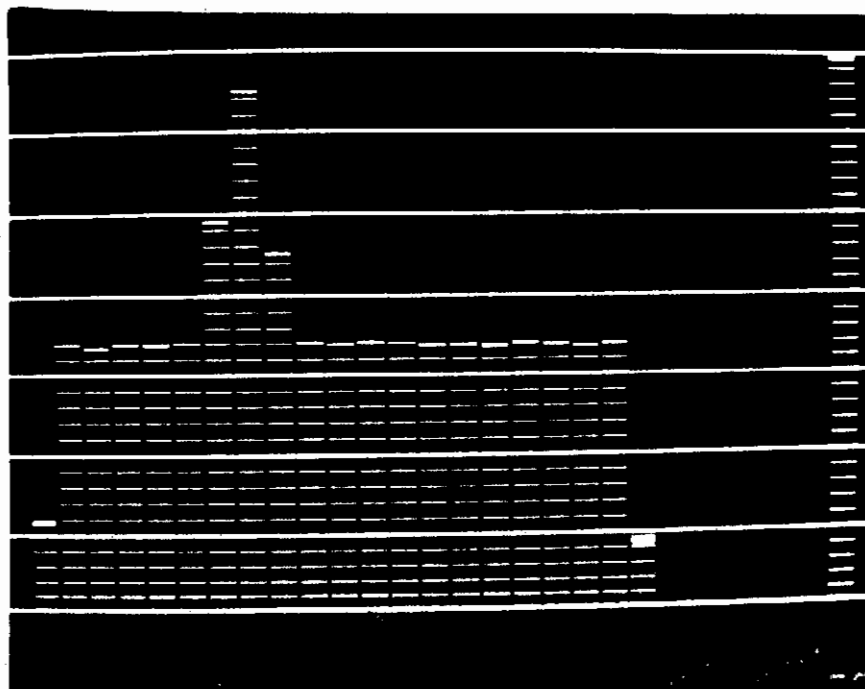


Figure 20. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz tone signal (15 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

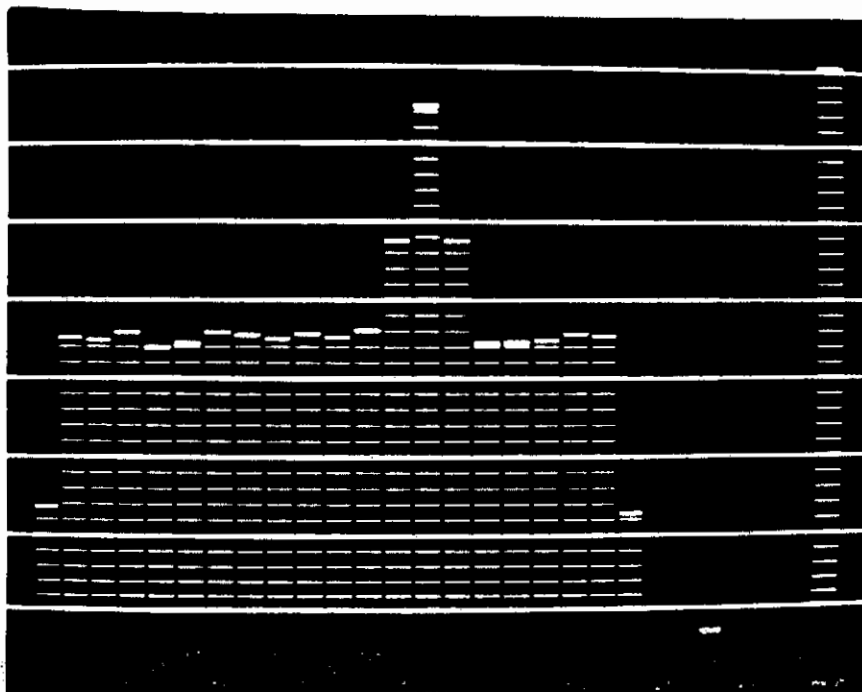


Figure 21. Frequency spectrum of HHH + 2 000 Hz
tone signal (15 dB projection)
(vertical scale 1 dB per division)

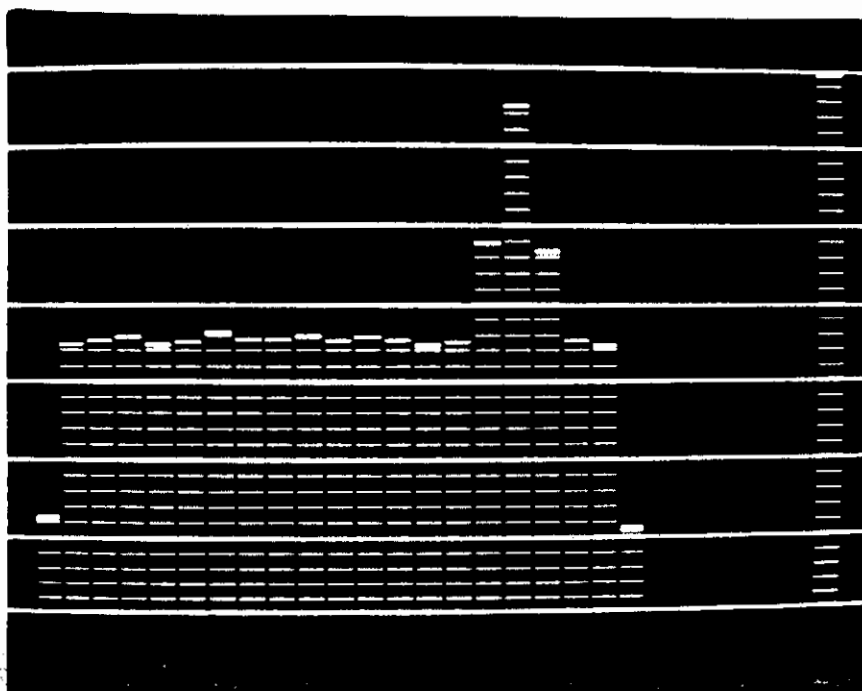


Figure 22. Frequency spectrum of HHH + 4 000 Hz tone signal
(15 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

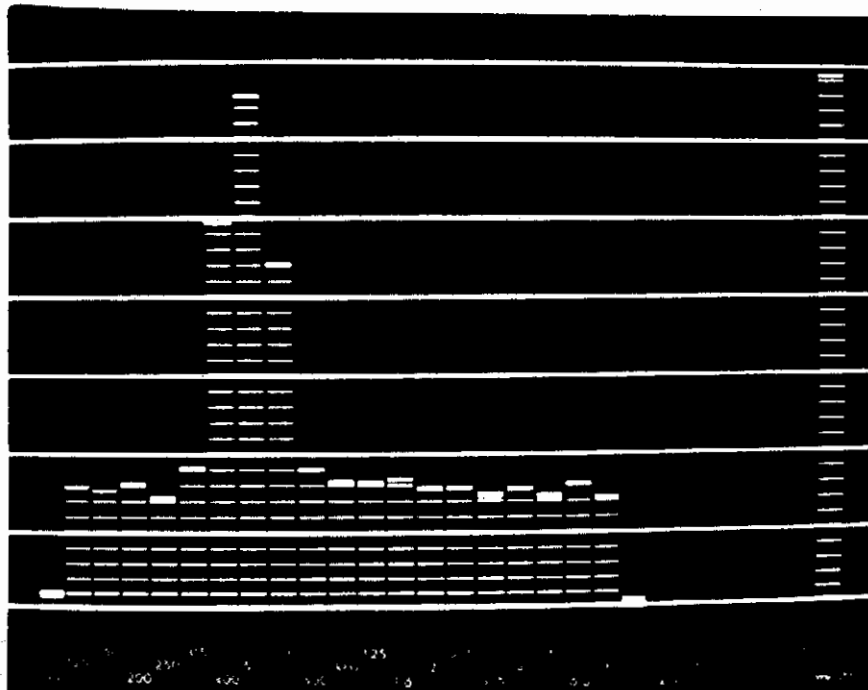


Figure 23. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz tone signal (25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)



Figure 24. Frequency spectrum of HHH + 2 000 Hz tone signal (25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

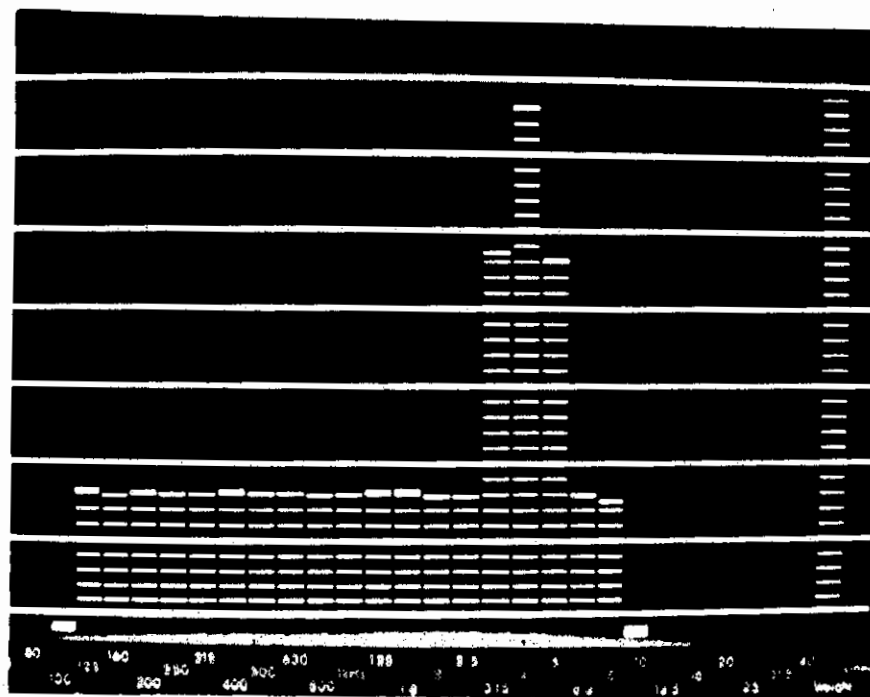


Figure 25. Frequency spectrum of HHH + 4 000 Hz tone signal
(25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

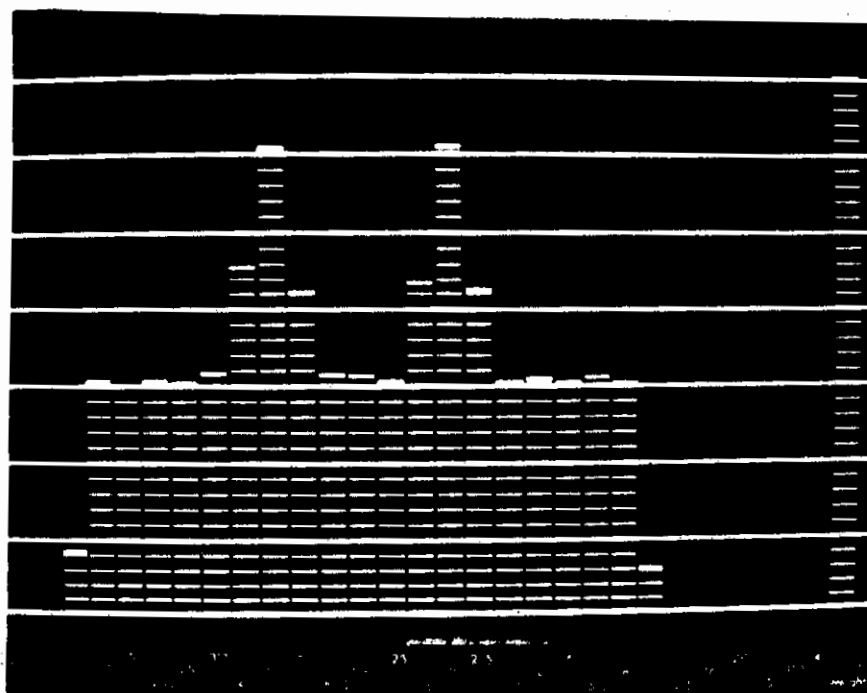


Figure 26. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz
and 2 000 Hz tone signal (15 dB projection)
(vertical scale 1 dB per division)

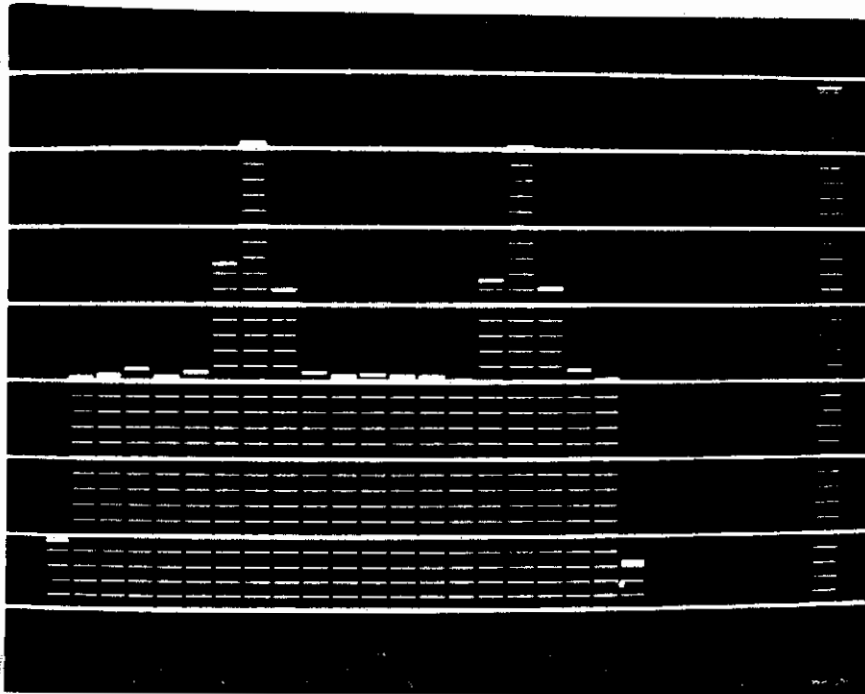


Figure 27. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz and 4 000 Hz tone signal (15 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

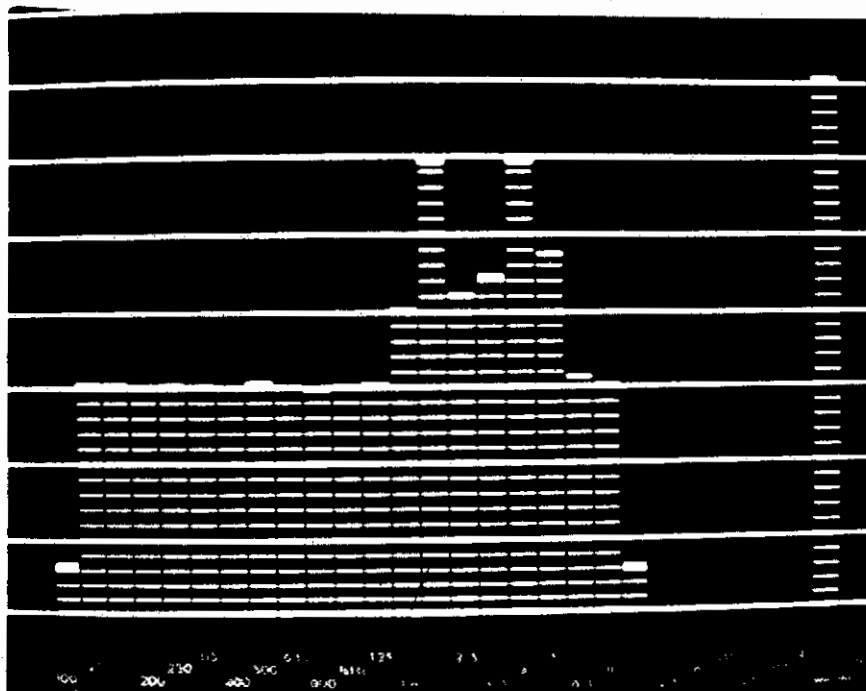


Figure 28. Frequency spectrum of HHH + 2 000 Hz and 4 000 Hz tone signal (15 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

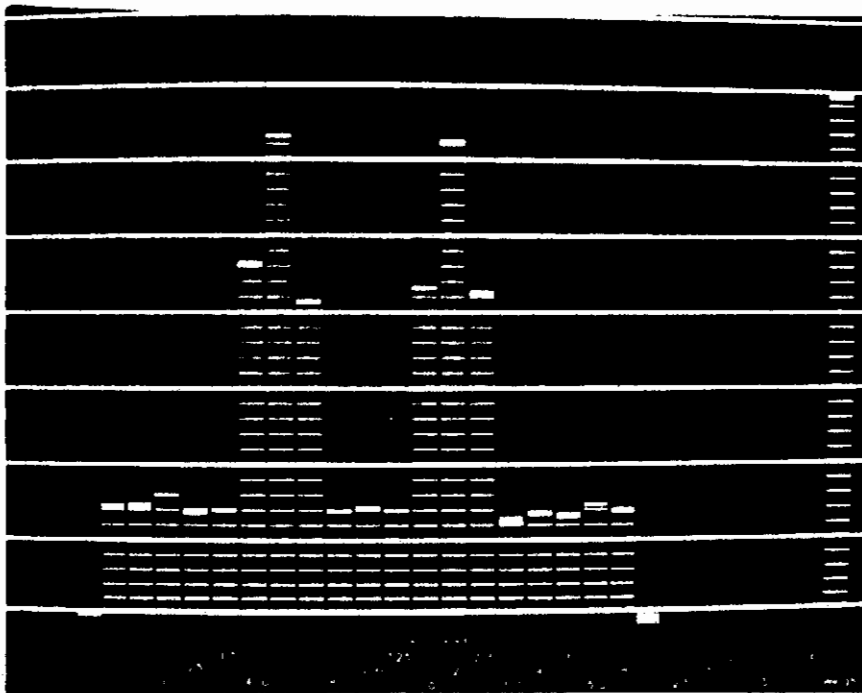


Figure 29. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz and 2 000 Hz tone signal (25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)

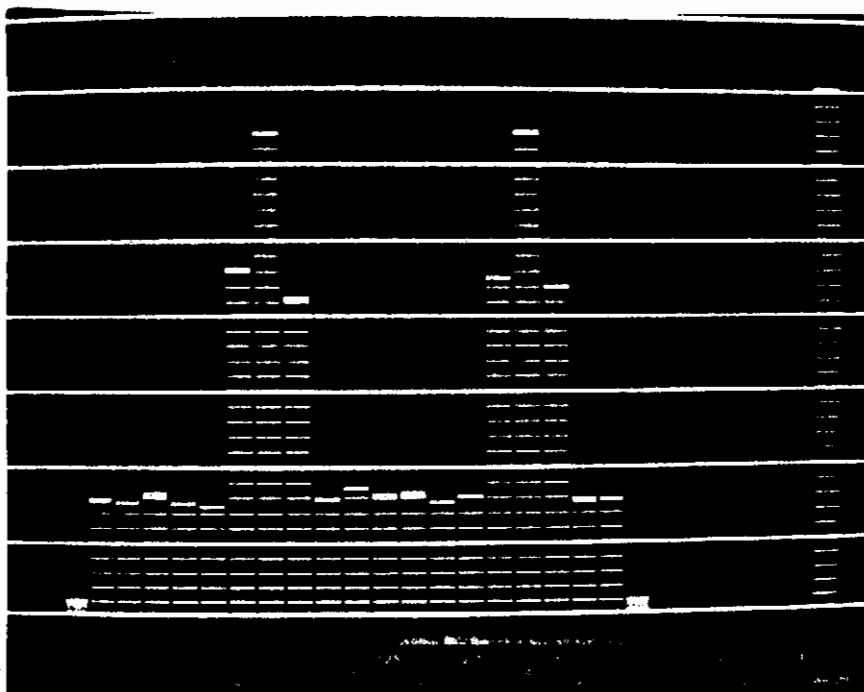
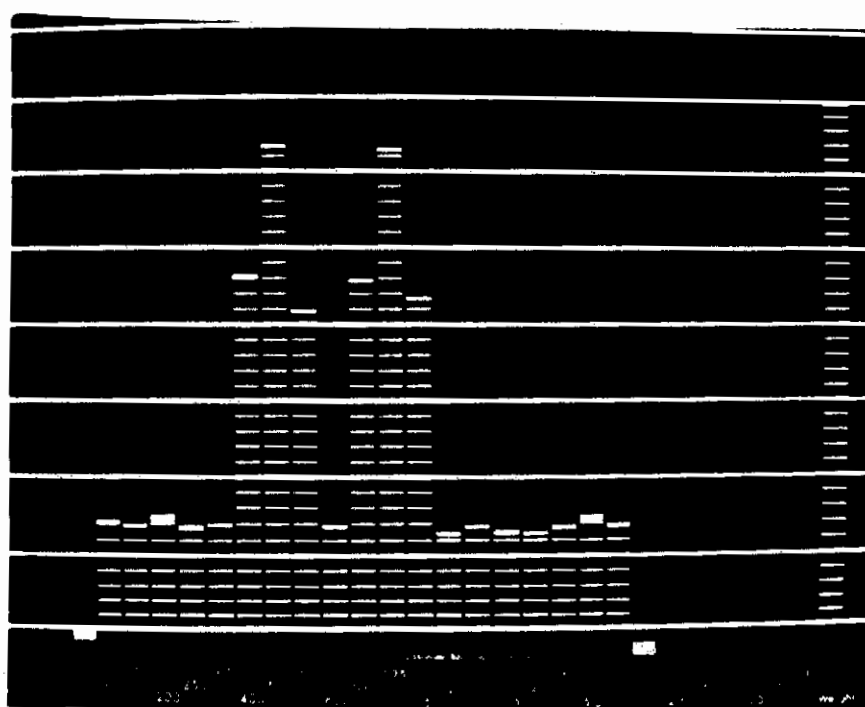


Figure 30. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz and 4 000 Hz tone signal (25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)



**Figure 31. Frequency spectrum of HHH + 500 Hz and 1 250 Hz tone signal
(25 dB projection) (vertical scale 1 dB per division)**

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

BYLAAG 6

DATA REPORT

for

INTERNATIONAL ROUND ROBIN TEST ON MEASUREMENTS AND CALCULATION
ON THE MAGNITUDE OF AUDITORY SENSATION OF SOUNDS

1. INTRODUCTION

With reference to ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4 the following corrections should be noted.

SECTION 5.2.3.1 on Page 28, test No. 6, tape No. 6, sound signal No. 6.3 should replace the second 6.2; in other words the last sound signal should read

6.3 HHH plus 4 000 Hz tone

(15dB) 75 dB (ref) (Fig. 22)

APPENDIX B on Page 49. The test signal numbering only serves an illustrative purpose and do not refer to an actual test signal. The last line in the top table should read:

EQUAL LOUDNESS LEVEL (75 + ELA)

FIG. 2(b) should be inverted i.e. the right-hand side should be left and left-hand side should be right.

FIG. 6. The title should read: FREQUENCY SPECTRUM OF SIGNAL HLH (VERTICAL SCALE 1 dB PER DIVISION)

Any inconvenience caused by these errors are regretted and an apology for these errors is offered herewith.

2. GENERAL

After completion of the tests, please supply the following information filled in on this document, as accurately and complete as possible, because any deviations between the various participants may have to be taken into consideration in the analysis of the test results. This document is bound in duplicate pages on which duplicate information may be filled in to be kept by yourself as a reference.

/3. ACOUSTICAL

3. ACOUSTICAL ENVIRONMENT

Please supply a complete description of the test cubicle giving, amongst others, the following information:

- 3.1 A detailed drawing of the test cubicle showing
 - 3.1.1 the methods of construction including wall thicknesses and material;
 - 3.1.2 the internal finish of the walls, ceiling, and floor, including details of special acoustic treatment (if any);
 - 3.1.3 position of the loudspeaker(s);
 - 3.1.4 the position of the head of the test subject and a complete specification of the chair and any head support (if any);
 - 3.1.5 position of the measuring microphone;
 - 3.1.6 position of the sound measuring equipment, showing clearly how the readings may be observed;
 - 3.1.7 position of the intercommunication set;
 - 3.1.8 position of any observation equipment or observation windows;
 - 3.1.9 details of the ventilation system (if any).

The drawing should be attached to this document.

4. MEASURING EQUIPMENT

4.1 TAPE RECORDER

- 4.1.1 Make
- 4.1.2 Model
- 4.1.3 Frequency response (in the form of a curve to be attached to this document)
- 4.1.4 Record/replay characteristic (CCIR, IEC, NAB)
(delete whichever not applicable).

/4.1.5

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

- 4.1.5 Wow and flutter
- 4.1.6 Output impedance to be presented to the other equipment used
.....
- 4.1.7 Signal-to-noise ratio without tape
- 4.1.8 Distortion in % at
 - 500 Hz
 - 1 000 Hz
 - 2 000 Hz
 - 4 000 Hz
- 4.1.9 Track configuration
- 4.2 ATTENUATOR
 - 4.2.1 Make
 - 4.2.2 Model
 - 4.2.3 Attenuation range
 - 4.2.4 Input impedance
 - 4.2.5 Output impedance
- 4.3 MATCHING EQUIPMENT
 - 4.3.1 Circuit diagram (to be attached to this document)
 - 4.3.2 Frequency response (in the form of a curve to be attached to this document).
 - 4.3.3 Distortion at:
 - 500 Hz
 - 1 000 Hz
 - 2 000 Hz
 - 4 000 Hz
 - 4.3.4 Signal-to-noise ratio
 - 4.3.5 Input impedance
 - 4.3.6 Output impedance

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

4.4 AMPLIFIER(S)

- 4.4.1 Make
- 4.4.2 Model
- 4.4.3 Input impedance
- 4.4.4 Input sensitivity for full output power
- 4.4.5 Frequency response (in the form of a curve to be attached to this document).
- 4.4.6 Influence of tone control(s) on frequency response (in the form of curves to be attached to this document).
- 4.4.7 Distortion at full output power at frequencies
 - 500 Hz
 - 1 000 Hz
 - 2 000 Hz
 - 4 000 Hz
- 4.4.8 Output power versus distortion at 1 000 Hz (in the form of a curve to be attached to this document).
- 4.4.9 Output impedance(s) for loudspeaker connections
- 4.4.10 Signal-to-noise ratio at full output power
- 4.4.11 Filter characteristics (if any) (to be attached in the form of a curve to this document).

4.5 LOUDSPEAKER(S)

- 4.5.1 Make
- 4.5.2 Model
- 4.5.3 Enclosure construction (preferably by means of a drawing attached to this document).
- 4.5.4 Frequency response (in the form of a curve attached to this document).
- 4.5.5 Distortion at the full continuous power handling capacity, at frequencies:
 - 500 Hz
 - 1 000 Hz
 - 2 000 Hz

/4 000 Hz

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

- 4 000 Hz
- 4.5.6 Continuous maximum power handling capacity at frequencies:
- 500 Hz
- 1 000 Hz
- 2 000 Hz
- 4 000 Hz
- 4.6 SOUND PRESSURE LEVEL MEASURING EQUIPMENT
- 4.6.1 Equipment description
-
-
-
-
- 4.6.2 Make
- 4.6.3 Model
- 4.6.4 IEC specification
- 4.6.5 Filter band widths
- 4.6.6 Filter centre frequencies
-

/5. COMPLETE

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

5. COMPLETE BLOCK DIAGRAM OF THE EQUIPMENT INTER CONNECTION

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

6. CALIBRATION

6.1 Signal-to-noise ratio (see 4.7.4 of ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4).

6.1.1 Background noise level, dB(A) for 55 dB reference

6.1.2 Background noise level, dB(A) for 75 dB reference

6.1.3 Background noise level, dB(A) for 95 dB reference

6.2 FREQUENCY RESPONSE: (See ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4, 5.1.2.4, 5.1.2.5, 5.1.2.6).

6.2.1 Attenuator setting

6.2.2 Sound pressure level of 75 dB reference

6.2.3 Sound pressure level of 55 dB reference

6.2.4 Sound pressure level of 95 dB reference

6.2.5 One-third-octave-band (octave band) sound pressure levels:

50 Hz

63 Hz

80 Hz

100 Hz

125 Hz

160 Hz

200 Hz

250 Hz

315 Hz

400 Hz

500 Hz

630 Hz

800 Hz

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

1 000 Hz
 1 250 Hz
 1 600 Hz
 2 000 Hz
 2 500 Hz
 3 150 Hz
 4 000 Hz
 5 000 Hz
 6 300 Hz
 8 000 Hz
 10 000 Hz

6.2.6 Sound pressure level of 75 dB wide band signal

.....

6.2.7 Sound pressure level of 55 dB wide band signal

.....

6.2.8 Sound pressure level of 95 dB wide band signal

.....

6.2.9 Pure tone sound pressure levels:

Frequency	55 dB ref.	75 dB ref.	95 dB ref.
500 Hz			
1 000 Hz			
1 250 Hz			
2 000 Hz			
4 000 Hz			
8 000 Hz			

/6.2.10

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

6.2.10 Calibration check with wide band signal per session

Date	Session No.	Wide band signal pressure level, dB

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa).

- 6.3 RECALIBRATION AFTER COMPLETION OF THE EXPERIMENT
 - 6.3.1 Signal-to-noise ratio
 - 6.3.1.1 Background noise level, dB(A) for 55 dB reference
 -
 - 6.3.1.2 Background noise level, dB(A) for 75 dB reference
 -
 - 6.3.1.3 Background noise level, dB(A) for 95 dB reference
 -
 - 6.3.2 Frequency response
 - 6.3.2.1 Attenuator setting
 - 6.3.2.2 Sound pressure level of 55 dB reference
 - 6.3.2.3 Sound pressure level of 75 dB reference
 - 6.3.2.4 Sound pressure level of 95 dB reference
 - 6.3.2.5 One-third-octave-band (octave band) sound pressure levels
 - 50 Hz
 - 63 Hz
 - 80 Hz
 - 100 Hz
 - 125 Hz
 - 160 Hz
 - 200 Hz
 - 250 Hz
 - 315 Hz
 - 400 Hz
 - 500 Hz
 - 630 Hz
 - 800 Hz

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

1 000 Hz
 1 250 Hz
 1 600 Hz
 2 000 Hz
 2 500 Hz
 3 150 Hz
 4 000 Hz
 5 000 Hz
 6 300 Hz
 8 000 Hz
 10 000 Hz

6.3.2.6 Sound pressure level of 55 dB wide band signal

.....

6.3.2.7 Sound pressure level of 75 dB wide band signal

.....

6.3.2.8 Sound pressure level of 95 dB wide band signal

.....

6.3.3 Pure tone sound pressure levels:

Frequency	55 dB ref.	75 dB ref.	95 dB ref.
500 Hz			
1 000 Hz			
1 250 Hz			
2 000 Hz			
4 000 Hz			
8 000 Hz			

7. AUDIOMETRY

7.1 Audiometer make

ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)

NOTE: The audiograms should preferably be attached to this document.

8. TEST SUBJECT INSTRUCTIONS (see ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4, 5.2.3.3).

8.1 The test subject instructions in the mother tongue (to be attached).

8.2 Test subject instructions re-translated into English (to be attached to this document).

9. TEST RESULTS (see ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4, Appendix B)

PLEASE RETURN ALL THE ACTUAL COMPLETED TEST SHEETS

NOTE: An error was included in the test sheet example. The last horizontal line of the first table should read:

EQUAL LOUDNESS LEVEL (75 + E.L.A.)

10. TEST SUBJECT QUESTIONNAIRE (see ISO/TC43/SC1/SGA(South Africa)4, Appendix A) (See also 5.2.3.4(i)).

PLEASE RETURN ALL THE COMPLETED TEST SUBJECT QUESTIONNAIRES

11. OBSERVER'S QUESTIONNAIRE

Please advise when the tests have been completed after which this questionnaire will immediately be dispatched.

Please advise immediately upon receipt of this document the number and mother tongue's of observer's used and ensure that every observer (if more than one) complete this questionnaire after the tests have been completed.

